28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Iluminando el cambio educativo

A Coruña, 5 a 7 de septiembre de 2018

FACULTADE DE CIENCIAS DA EDUCACIÓN

ORGANIZA:

Área de Didáctica das Ciencias Experimentais. Departamento de Pedagoxía e Didáctica
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales

COLABORA:

Facultade de Ciencias da Educación
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Vicerreitoría de Política Científica, Investigación e Transferencia
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

A Coruña Siempre Abierta

Ayuntamiento de A Coruña
Concello da Coruña

28º Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo
MARTÍNEZ LOSADA, Cristina; GARCÍA BARROS, Susana (editoras)
A Coruña, 2017
Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións
Cursos_congresos_simposios, n.º 143
N.º de páginas: 1414
21 x 29,7 cm
Índice general: pp. 9-25
Índice de autores: pp. 27-33
ISBN: 978-84-9749-688-9 (edición impresa)
ISBN: 978-84-9749-689-6 (edición electrónica)
Depósito Legal: C 1432-2018
DOI: https://doi.org/10.17979/spudc.9788497496896
URL permanente: http://hdl.handle.net/2183/20935
CDU: 5:37.091.33(063)
IBIC: YQS | YQM

EDICIÓN
Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións <www.udc.gal/publicacions>

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:
Juan de la Fuente

DISTRIBUCIÓN

Galicia:

- Consorcio Editorial Galego. Av. da Estación 25, 36812 Redondela (Pontevedra)
  pedimentos@coegal.com

España e internacional:

- Logística Libromares, S.L. C/ Matilde Hernández 34, 28019 Madrid (España)
  pedidos@libromares.com
- Pórtico Librerías. C/ Muñoz Seca 6, 50005 Zaragoza (España)
  distribucion@porticolibrerias.es

Esta obra se edita bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

A Coruña, septiembre 2018

Cristina Martínez Losada, Susana García Barros
(editoras)

Comité Organizador

Coordinadoras

Dra. Susana García Barros y Dra. Cristina Martínez Losada. *Universidade da Coruña*

Vocales

Dr. Juan Carlos Rivadulla López. *Universidade da Coruña*
Dra. María Jesús Fuentes Silveira. *Universidade da Coruña*
Dra. Concepción González Rodríguez. *Profesora de Educación Secundaria. Xunta de Galicia*
Dra. Anxela Bugallo Rodríguez. *Universidade da Coruña*
Dr. Carlos de Paz Villasenín. *Universidade da Coruña*
Dr. Pedro Vega Marcote. *Universidade da Coruña*

Comité Científico

Dra. Ana Abril Gallego. *Universidad de Jaén*
Dr. Enrique Banet Hernández. *Universidad de Murcia*
Dra. Alicia Benarroch Benarroch. *Universidad de Granada*
Dr. Ángel Blanco López. *Universidad de Málaga*
Dra. Florentina Cañada Cañada. *Universidad de Extremadura*
Dr. Ángel Cortés Gracia. *Universidad de Zaragoza*
Dra. Ana Criado García-Legaz. *Universidad de Sevilla*
Dra. Digna Couso Lagarón. *Universidad Autónoma de Barcelona*
Dr. José Ramón Díez López. *Universidad del País Vasco*
Dr. José Manuel Domínguez Castiñeiras. *Universidade de Santiago de Compostela*
Dr. Valentín Gavidia Catalán. *Universidad de Valencia*
Dra. Mª José Gil Quílez. *Universidad de Zaragoza*
Dra. Mª Rut Jiménez Liso. *Universidad de Almería*
Dr. Roque Jiménez Pérez. *Universidad de Huelva*
Dra. Laurinda Leite, *Universidade do Minho. Portugal*
Dra. Conxita Márquez Bargalló. *Universidad Autónoma de Barcelona*
Dra. Mercedes Martínez Aznar. *Universidad Complutense de Madrid*
Dr. Vicente Mellado Jiménez. *Universidad de Extremadura*
Dr. José Mª Oliva Martínez. *Universidad de Cádiz*
Dra. Fátima Paixão. *Instituto Politécnico de Castelo Branco. Portugal*
Dra. Ana Peixoto, *Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal*
Dr. Fco. Javier Perales Palacios. *Universidad de Granada*
Dr. Antonio de Pro Bueno. *Universidad de Murcia*
Dr. Pedro Reis. *Universidad de Lisboa. Portugal*
Dra. Ana Rivero García. *Universidad de Sevilla*
Dra. Cristina Vallés Rapp. *Universidad de Valladolid*
Dr. Bartolomé Vázquez Bernal. *Universidad de Huelva*
Dr. José Miguel Vílchez González. *Universidad de Granada*

Presentación

El Departamento de *Pedagoxía e Didáctica de A Universidade da Coruña* y más concretamente el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, retoma nuevamente el reto de organizar esta edición de los **Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Los encuentros disponen de una gran tradición y son testigos de la evolución que ha sufrido nuestra área, no solo en lo que respecta al número de trabajos presentados, sino también a la calidad de los mismos y al aumento de los grupos de investigación e innovación participantes, que se extienden por todo el estado español y países de Iberoamérica.

Bajo el lema: **Iluminando el cambio educativo**, el Congreso pretende valorar las aportaciones realizadas desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales a la mejora de la educación científica de los ciudadanos y analizar los retos más importantes que debe abordar en el momento actual. Por ello, se ha propuesto organizar los trabajos en torno a cinco grandes líneas temáticas:

1. Experiencias innovadoras en el aula.
2. El desarrollo profesional del profesorado.
3. Investigación en la enseñanza de las ciencias.
4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias.
5. Educación científica y sociedad.

Entendemos que la publicación de estas actas constituye una necesidad, pues en ellas se recogen con detalle las aportaciones de los/as participantes, permitiendo al lector hacer un estudio más detenido y profundo de las mismas, aspecto este que resulta, a todas luces, inviable en el transcurso del congreso. Esperamos que esta publicación colegiada resulte de interés para los y las jóvenes investigadores y docentes, pero también para aquellos y aquellas, más experimentados, que miramos los **Encuentros** desde una perspectiva más amplia, sintiéndonos orgullosas y agradecidas de haber contribuido a su desarrollo. En definitiva esta Actas que constituyen el compendio de los trabajos presentados en los **28 edce** tratan de contribuir a que el conocimiento pueda compartirse con objeto de que la formación científica de los ciudadanos resulte cada día más adecuada.

En nombre de nuestra Universidad y de nuestro Departamento damos las gracias a las entidades colaboradoras en estos encuentros, pero sobre todo a todas y todos los que habéis contribuido con vuestras aportaciones y trabajos. Sin ellos sería imposible realizar esta publicación.

Índice General

LÍNEA 1. EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EL AULA

COMUNICACIONES

Kosmonauts: trabajando el sistema solar a través de un juego de mesa en el grado de Educación Primaria. *Mónica Calderón-Santiago, Manuel Mora Márquez, Sebastián Rubio García* 39

Enseñanza de Histología mediante el modelo pedagógico centrado en el estudiante. *Ana Patricia Fabro, Mariana Cabagna* 45

Um enfoque didático para a consolidação dos termos e conceitos biológicos. *Marco Aurélio Nicolato Peixoto* 49

Anotaciones sobre videos. Un recurso TIC para el diseño de actividades innovadoras de Educación Ambiental en la formación inicial del profesorado. *Mª del Carmen Acebal Expósito, Vito Brero Peinado, J. Antonio Rueda* 55

La Realidad Aumentada y las Ciencias Experimentales: diseño de actividades para el aula de Educación Secundaria. *Inés Torres Payá, Eugenia García García, Manuela Caballero Armenta* 61

Aprendizaje del concepto de volumen de líquido desplazado en la inmersión de un sólido en alumnado de tercero de ESO. *Rafael Palacios-Díaz, Ana M. Criado* 67

Uso de Sistemas de Respuesta Inmediata para explorar las ideas previas de los estudiantes universitarios sobre modelos de ondas. *José Luis López Quintero, Alfonso Pontes Pedrajas, Marta Varo Martínez* 73

El podcast, valoración de su uso como una acción de aula motivadora hacia el estudio de las Ciencias Naturales en alumnos del Grado de Educación Primaria. *Mª Victoria Vega Agapito* ... 79

Implementación piloto del proyecto e-Bug en el País Vasco: un recurso educativo sobre microbiología e higiene para Educación Primaria. *Arantza Rico, Leire Izagirre, Aritz Ruiz-González, Carlos García-Llorente* 85

maker@domus: un programa de actividades de educación STEAM con intención construccionista. *Manuel Miramontes Antas, Patricia Barciela Durán, José Manuel Fernández Rivas, Pilar Lamas Seco* 91

Un congreso científico para mejorar la autoeficacia del alumnado de secundaria. *Enric Ortega Torres, Ana Martin García, Carme Grimalt* 97

Congreso de pósteres científicos “La historia más bella jamás contada..., la vida”. *David Rosa Novalbos, Mª Mercedes Martínez Aznar, Ana Isabel Bárcena, Íñigo Rodríguez Arteche* 103

Investigación escolar. Una experiencia innovadora en una escuela secundaria de Santiago de Chile. *Claudia Soto García, Valentina Valdivia Ortiz* 109

Diseño e implementación de un proyecto multidisciplinar sobre argumentación y alimentación en Bachillerato. *Pablo Brocos Mosquera, María Pilar Jiménez Aleixandre, Ricardo Rodríguez de Rávena* 115

Uso de *chatbots* para trabajar la competencia oral fuera del aula en el contexto de una asignatura de Ciencias a nivel universitario. *Leyre Echeazarra Escudero, Juanan Pereira Varela* 121

Obtención de *feedback* inmediato y representativo con *smartphones* y tabletas: dos experiencias en la clase de Ciencias usando *PollEverywhere*. *Gregorio Jiménez Valverde* 127

Uso de la red social Twitter como recurso educativo en las clases de Biología y Geología: evolución desde 4º de ESO a 1º de Bachiller. *Marta Reina Vázquez, José Eduardo Vílchez López, Marta Ceballos Aranda* 133

Aprendizaje-servicio en la formación de Técnicos Superiores en Educación y Control Ambiental socialmente responsables. *Carlos Rodríguez-Casals, Alfonso Pardo Juez* 139

Estrategia didáctica basada en TIC para construir modelos mentales en física en educación superior. *Carlos Sánchez-Azqueta, Cecilia Gimeno, Santiago Celma, Esther Cascarosa, Concepción Aldea* 145

Espacios artísticos para vivir las Ciencias en Educación Infantil. *Sandra Cisneros, Ester Mateo, Luis Miguel Ferrer, Alicia Hervas, Amparo Muñoz* 151

Evaluación de la propuesta de Sostenibilidad llevada a cabo por el alumnado de la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria. *Mª del Carmen Conde Núñez, Aurora Muñoz-Losa, J. Samuel Sánchez Cepeda* 157

La pérdida de polinizadores: una propuesta de diseño didáctico para maestros de primaria en formación. *Borja Gómez Prado, Blanca Puig Mauriz, María Pilar Jiménez Aleixandre* 163

Influencia de las metodologías activas en las emociones, autoeficacia y resultados de aprendizaje en estudiantes de Ciencias Ambientales de educación a distancia. *David González-Gómez, Alejandrina Gallego-Picó, Jin Su Jeong, Juan Carlos Bravo* 169

Evaluación para el Aprendizaje en asignaturas con elevado alumnado: el caso de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el grado de Maestro en Educación Primaria. *Mónica Herrero, Antonio Torralba-Burrial* 175

La innovación docente y su incidencia en el desarrollo profesional en el contexto del Máster de profesorado de educación secundaria. Presentación de una experiencia en el área de ciencias y matemáticas. *Rocío Jiménez-Fontana, Esther García-González, Francisco Manuel Moreno-Pino* ... 181

Formando ciudadanos críticos "La homeopatía en el mundo de la educación". *Mònica Suils Robles, Anna Casals, Marcel Costa, Fidel Farjas, Anna Ferrer, Ramón Nasarre, Ivan Marchan, Begonya Oliveras, Laia Palou, Laia Ramón, Marta Simón, Anna Torras* 187

Evaluación diagnóstica sobre necesidades de aprendizaje para el diseño de una Colección Virtual de fauna como innovación educativa. *Antonio Torralba Burrial, Andrés Arias Rodríguez, Mónica Herrero Vázquez* 193

WebQuest para el estudio de la Ecología en alumnado con dificultades de aprendizaje. *Miguel Villatoro Fraile, Manuela Caballero Armenta, Julio Rodríguez Losas, Laura Domingo Martínez* 199

Ideas previas del alumnado sobre Robótica y Programación en 3º de la ESO. *Leandro López González* 205

El uso de Google Maps como recurso para el aprendizaje de las formas del relieve y el modelado del paisaje en estudiantes de 4ºESO. *Elena García Buitrago, Eugenia García García* 211

Luz y color: Experiencia interdepartamental en la formación en ciencias de los futuros maestros de Educación Primaria desde el ámbito de Física y Química. *Francisco Javier Serón, Ana de Echave, Carlos Rodríguez* 217

Enseñanza por proyecto con abordaje interdisciplinario. Un relato de experiencia en nivel superior. *Eugenia E. Berta, Soledad S. Alegre, Olga B. Avila, Liliana E. Contini, María F. Walz* 223

Experiencia del vídeo y las anotaciones como recurso educativo para la identificación de elementos de argumentos e investigaciones científicas. *Daniel Cebrián-Robles, Natalia Quero-Torres, Rafael Pérez-Galán* 229

"Need for germs" gamificación en fase beta basado en Moodle. *Carlos de Paz, Luís José Míguez, Concepción González* 235

Revisión bibliográfica de prácticas y metodologías didácticas para la enseñanza de la energía en Educación Primaria. *Héctor Morillas, Ana Zuzuarregui, Josu Sanz* 239

¿Qué necesita una planta para vivir? Una propuesta didáctica investigativa en Infantil. *Mª de África Portillo Guerrero, Fátima Rodríguez-Marín, Lidia López-Lozano, Soraya Hamed Al-Lal* 245

Experiencias didácticas con reptiles y anfibios vivos y su influencia en las actitudes hacia los mismos de estudiantes de ESO. *Francisco Javier Zamora Camacho, Miguel Pérez Rivas, Javier Carrillo Rosúa* 251

Cómo usamos la energía en nuestras vidas, una propuesta para 6º de Educación Primaria. *Alexandra Lemus Vieites, Cristina Martínez Losada* 257

Aulas abiertas, avivando el aprendizaje científico: una experiencia sobre la enseñanza fuera del aula. *Jorge Barriendo, Luis Miguel Ferrer, Ester Mateo, Ana De Echave* 263

Examinando legumbres. Una propuesta experimental en Educación Infantil. *Esther Paños Martínez, José Reyes Ruiz Gallardo, Antonio Mateos* 269

SIMPOSIOS

1. Afrontando la necesidad de innovar en la educación
Manuel Mora Márquez (coord.) 277

Educación para la Sustentabilidad: una propuesta innovadora en aulas de Grado en Educación Infantil y en Educación Primaria. *Mercedes Varela Losada, María A. Lorenzo Rial, Azucena Arias Correa, Uxío Pérez Rodríguez, J. Francisco Serrallé Marzoa* 281

Aprendizaje lúdico para el tratamiento globalizado de las ciencias experimentales en el aula: una experiencia en Educación Infantil. *Beatriz Rodríguez-Jiménez, Alicia Fernández-Oliveras* 287

Trabajando con el corazón en la mano en Educación Infantil. *Ester Mateo González, Beatriz Mazas Gil, María Esther Cascarosa Salillas* 293

El reclamo “natural” como recurso para trabajar el pensamiento crítico en futuros maestros de educación infantil. *Naira Concepción Díaz Moreno, Anabella Garzón Fernández* 299

Realidad aumentada en las aulas: un ejemplo de su uso en la enseñanza de conceptos químicos. *Manuel Mora Márquez, Elisabeth Calvo Pérez, José Joaquín Ramos Miras, Sebastián Rubio García* 305

2. Espacios de innovación en Educación Infantil: generación de conocimientos en escenarios educativos diversos
Josu Sanz (coord.) 311

Una experiencia de aprendizaje y servicio en la formación inicial en ciencias de maestros y maestras de educación infantil. *José Cantó Doménech* 315

La Ciudad de los niños y las niñas como punto de encuentro Facultad-Escuela en la formación inicial de formadoras y formadores. *Jorge Alcántara Manzanares, Sebastián Rubio García, Natividad Adamuz Povedano, Rafael Bracho López, Mónica Calderón Santiago, Marta Domínguez Escribano, Albano García Sánchez, José Antonio López Fernández, Bárbara Luque Salas, Carmen de la Mata Agudo, Silvia Medina Quintana, Manuel Mora Márquez, Juan Antonio Moriana Elvira, Pilar Gema Rodríguez Ortega, Araceli Sánchez Raya* 321

Educar en la naturaleza en infantil: modelo de evaluación para un bosque escuela. *Josu Sanz Alonso, Maialen Sistiaga Poveda, Pello Urkidi Elorrieta, Irati Andoño Erdozain, Kakun Orbegozo Rezola* 327

Una experiencia de trabajo por proyectos en educación infantil. *Sabela F. Monteira, María Pilar Jiménez-Aleixandre, Laura Valiño Lemos, Mª Dolores Vázquez Camino, Mª Ángeles Vidal López, Silvia González Vilariño, Sandra Otero Lemos, Sandra Real Nimo* 333

LÍNEA 2. EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO

COMUNICACIONES

Propuestas de futuros maestros para utilizar didácticamente las ideas de los alumnos de Primaria sobre un cambio químico. *Rosa Martín del Pozo, María Ángeles Arillo, Patricia Martín Puig* 343

¿Cómo es el instrumento de detección de ideas del alumnado que diseñan maestros en formación? *Lidia López-Lozano, Emilio Solís Ramírez* 349

Indagando en el aula de ciencias: cómo progresan los métodos empleados por los docentes. *Julià Hinojosa, Neus Sanmartí* 355

Capacidades que incluyen los futuros maestros en sus propuestas de enseñanza sobre el uso de la energía. *Cristina Martínez Losada, Juan Carlos Rivadulla López, María Jesús Fuentes Silveira* 361

El uso de preguntas en la Enseñanza de las Ciencias por maestros/as en formación de Educación Infantil. *Adrián Ponz, Beatriz Carrasquer* 367

Ecuaciones físicas y causalidad. Aspectos didácticos. *José Miguel Vílchez González, Manuel Fernández González* 373

Didáctica de la química mediante un enfoque de clase invertida: valoración de los futuros maestros de Educación Primaria. *Juan Peña Martínez, Alberto Muñoz Muñoz* 379

El profesorado de Secundaria frente a las ilustraciones de genética: conocimiento didáctico del contenido. *Isabel Zudaire, Raquel Espuelas, Irantzu Uriz, María Napal* 385

El cuaderno de laboratorio: un instrumento para la reflexión didáctica del profesorado. *Ana de Echave Sanz, Esther Cascarosa Salillas, Francisco Javier Serón Torrecilla* 391

¿Son los maestros en formación capaces de realizar una secuencia de actividades basada en la metodología de indagación tras la implementación de indagaciones empíricas en su formación? *María Diez-Ojeda, Sofía Alvoz Ameri* 397

¿Qué percepciones tienen los maestros en formación inicial sobre las estrategias y contenidos que aprenden en el huerto ecodidáctico? *Marcia Eugenio, José Eduardo Vilchez, Lourdes Aragón, Marta Ceballos* 403

La enseñanza de las ciencias en lengua extranjera en educación primaria: experiencias para la formación inicial de maestros. *Mercedes Ruiz Pastrana, Sandra Laso Salvador* 409

Diseño de secuencias didácticas competenciales en la formación inicial del profesorado de física y química. *Fina Guitart, Carolina Pipitone, Marina Castells* 415

Análisis de prácticas educativas desde la mirada del profesor. Una experiencia formativa a través del formato audiovisual. *M. Gabriela Lorenzo, Irene Cambra Badii* 421

El cambio en las emociones de futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con una intervención basada en indagación. *Diego Armando Retana-Alvarado, María Ángeles de las Heras Pérez, Bartolomé Vázquez-Bernal, Roque Jiménez-Pérez* 427

Autoeficacia percibida para la enseñanza de las ciencias en maestros en formación inicial. *Pedro Membiela Iglesia, Manuel Vidal López, Antonio González Fernández* 433

Brinquedos com ciências na formação de professores e educadores. *Ana Peixoto* 439

Emociones y ciencia en la formación de profesorado: Un cambio factible. *Carolina Pipitone Vela, Fina Guitart, Carlos Agudelo Carvajal, Àngela García-Lladó* 445

Ideas previas de los estudiantes del máster de profesorado de ciencias experimentales sobre la Identidad Profesional Docente. *Alfonso Pontes Pedrajas, Elisa Pérez Gracia, Rocío Serrano Rodríguez* 451

Impacto del Máster de Profesorado en la producción científica de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿mucho ruido y pocas nueces? *María José Sáez Bondía, María Eugenia Dies Álvarez, Pedro Lucha López, Ángel Luis Cortés Gracia* 457

Desarrollo profesional docente en torno a problemáticas de salud endémicas. *Silvina Cordero, Fernando Garelli, Katherine Guerrero Tamayo, Ana Dumrauf* 463

Aprendizaje indagativo sobre los cambios físicos y químicos en la formación inicial del profesorado de secundaria. *Iñigo Rodríguez Arteche, Ana I. Bárcena, David Rosa, M. Mercedes Martínez Aznar* 469

La docencia compartida como herramienta de desarrollo de la identidad profesional de las maestras en un proyecto de Aprendizaje Integrado de las Ciencias y el Inglés en Primaria. *Laura Valdés-Sánchez, Mariona Espinet* 475

¿Cuál es la Naturaleza de las Prácticas de Campo en la enseñanza de la Biología? Consideraciones del profesorado en formación inicial en el sur de Colombia. *Elías Francisco Amórtegui Cedeño, Olga Mayoral García-Berlanga, Valentín Gavidia Catalán* 481

Dimensiones educativas del alumnado sobre las que inciden las salidas al medio natural según los profesores en formación, ¿varían según la etapa o el sexo de estos? *Emilio Costillo Borrego, Rocío Esteban Gallego, Janeth Amparo Cardenas Lizarazo, Lina Viviana Melo Niño, Ana Belén Borrachero Cortes, Isaac Corbacho Cuello* 487

Toma de decisiones en el contexto de una controversia sociocientífica sobre gestión de residuos nucleares ¿Qué operaciones y destrezas se requieren según futuros maestros? *Carolina Martín-Gámez, Alicia Fernández-Oliveras, Naira Díaz-Moreno, Beatriz Crujeiras-Pérez* 493

Construyendo ecosistemas: De primaria a la formación inicial de maestros. *Mª José Sáez Bondía, Mª José Gil Quílez, Mª Begoña Martínez Peña* 499

¿Qué relación existe entre las ideas sobre indagación y evaluación? *María José Sáez Bondía, Ángel Luis Cortés Gracia, María José Gil Quílez, Begoña Martínez Peña, Santos Orejudo Hernández* 505

Medio Ambiente y Sostenibilidad en los Trabajos Fin de grado de los futuros maestros de Infantil y Primaria. *Constancio Aguirre Pérez* 511

¿Qué preguntas plantean los futuros maestros de Educación Infantil al diseñar indagaciones científicas escolares sobre “materia y energía”? *Marta Cruz-Guzmán, Antonio García-Carmona, Ana María Criado* 517

Evolución de las actividades científicas prácticas propuestas por los futuros maestros de Educación Infantil. *Elena Bravo Lucas, Emilio Costillo Borrego, José Luis Bravo Galán* 523

Aprendizaje del uso de las TICs durante la formación del profesorado de Educación Infantil. *J. Beatriz Cara Torres, Anabella Garzón, Enrique López Carrique, Fuensanta Coves Botella* 529

Red para la formación de profesorado: de la Universidad al aula de Infantil, y viceversa, a través de proyectos. *Ana M. Abril, Matilde Peinado* 535

Aproximación del modelo mental al modelo conceptual sobre las salidas escolares en el profesorado en formación de Educación Infantil. *Ainara Achurra, Maite Morentin* 541

Concepciones del futuro profesorado de Educación Primaria sobre animales invertebrados. *Manuel Vidal López, Pedro Membiela Iglesia* 547

La variable conciencia ambiental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Sandra Laso Salvador, Mercedes Ruiz Pastrana, José María Marbán Prieto* 553

Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el principio de Arquímedes: Un estudio de Caso. *Lina Melo* 559

La enseñanza problematizada sobre las estaciones del año: aprendizaje específico alcanzado por maestros en formación. *Rubén Limiñana Morcillo, Asunción Menargues, Rafael Colomer, Sergio Rosa Cintas, Carolina Nicolás Castellano, Isabel Luján Feliu-Pascual, Juan Francisco Álvarez Herrero, Joaquín Martínez-Torregrosa* 565

Posibilidades del trabajo con TIC en el marco de la formación docente en el área de Química. *María Rosa Venezia, Ana Patricia Fabro, María del Rosario de la Riestra* 571

SIMPOSIO

Las Ciencias en Educación Infantil: Avances desde la formación inicial de maestros y maestras
José Cantó Doménech (coord.) 579

Educación científica y pensamiento computacional: una propuesta para la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Primaria. *María A. Lorenzo Rial, Manuel Caeiro Rodríguez, María M. Álvarez Lires, F. Javier Álvarez Lires* 583

Actitudes del alumnado del Grado de Educación Infantil hacia la enseñanza de las ciencias en edades tempranas. *Mª Pilar Jiménez Tejada, Sara Álvarez Moreno, Patricia Martínez Torres, Mª Carmen Romero López, José Miguel Vílchez González, Francisco González García* 589

¿Son capaces de utilizar sus conocimientos científicos los futuros maestros y maestras de infantil en un contexto no escolar? *José Cantó Doménech, Antonio de Pro Bueno, Jordi Solbes* 595

¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza en el Grado de Educación Infantil? *Carlos de Pro Chereguini, Antonio de Pro Bueno, Javier Rodríguez Moreno* 601

LÍNEA 3. *INVESTIGACIÓN* EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

COMUNICACIONES

Enseñanza de la división celular: ¿Qué estamos haciendo desde la Didáctica de las Ciencias? *Tamara Esquivel Martín, Beatriz Bravo Torija, Jose Manuel Pérez Martín*.....613

Resignificación de la enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud: una propuesta de reestructuración educativa. *Liliana del Valle Ortigoza, Héctor Santiago Odetti, Juan José Llovera González*.....619

Expectativas y percepciones respecto al empleo de recursos didácticos en la asignatura "Práctica Profesional" de la Licenciatura en Nutrición. *Sandra Daniela Ravelli, Olga Beatriz Avila, José Manuel Domínguez Castiñeiras, Claudia Beatriz Falicoff*.....625

Enseñanza por indagación y desarrollo de competencias utilizando la UVE de Gowin. *Jesús Ángel Meneses Villagrá, Mª Concesa Caballero Sahelices*.....631

Diseño de actividades de argumentación científica sobre el consumo de agua embotellada. Propuesta de evaluación mediante rúbricas. *Daniel Cebrián-Robles, Francisco Rodríguez-Mora*.....637

Caracterización del aprendizaje basado en proyectos en el ámbito científico-tecnológico en educación secundaria. *Miquel Pérez-Torres, Conxita Márquez, Digna Couso*.....643

Caracterización de experiencias innovadoras en ciencias experimentales de la formación inicial de docentes en Uruguay. *Silvia Umpiérrez Oroño*.....649

El pensamiento del alumnado sobre la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein. *Xabier Prado Orbán, José Manuel Domínguez Castiñeiras*.....655

La comprensión de estudiantes de Educación Secundaria sobre aspectos no-epistémicos de la naturaleza de la ciencia en tres controversias de historia de la ciencia. *Antonio García-Carmona, José Antonio Acevedo-Díaz, María del Mar Aragón-Méndez*.....661

La Argumentación en futuros docentes a partir de un debate sobre la instalación de antenas para la telefonía móvil. *Natalia Jiménez-Tenorio, Juan José Vicente Martorell, Lourdes Aragón, José Mª Oliva Martínez*.....667

Análisis de la inclusión de imágenes en cuestionarios STEM en el alumnado de 4º y 6º de Educación Primaria. *Paula Santiago-Gutiérrez, Guadalupe Martínez-Borreguero, Milagros Mateos-Núñez, Francisco Luis Naranjo-Correa*.....673

Contribución de la Competencia Científica al desarrollo de la Competencia en Comunicación Lingüística en lengua vehicular y lengua extranjera. Un ejemplo para 6º de Primaria. *Pilar Couto-Cantero, Susana García Barros*.....679

La construcción de propuestas curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental. *Sergio Andrés Castaño Cano, Ricardo León Gómez, Emilia Nader Yaver, Natalia Restrepo*.....685

Datos preliminares sobre el uso de materiales didáctico-científicos en el *Practicum* de docentes de Educación Primaria. *María Vallespín Guitart, Susana Rams Sánchez*.....691

¿Han mejorado las ciencias de la naturaleza en los currículos de la E.S.O. desde L.O.G.S.E hasta la L.O.M.C.E: la nutrición vegetal? *Concepción González Rodríguez*.....697

¿Qué prácticas científicas se abordan en el currículum oficial del País Vasco para la etapa infantil? *Ainara Achurra, Teresa Zamalloa, Araitz Uskola*.....703

¿Cómo se trabaja la Naturaleza de la Ciencia a través de las actividades de los libros de ciencias de secundaria? *Margarita Ibáñez, Mª Pilar Jiménez-Tejada, Mª del Carmen Romero-López*.....709

¿Qué entienden los estudiantes de 4ºESO por diversidad? *María-Jesús Fuentes Silveira, Susana García Barros, Juan Carlos Rivadulla López*.....715

Investigando sobre el origen de los seres vivos para facilitar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del pensamiento crítico. *Cristina Cobo Huesa, Ana María Abril Gallego, Marta Romero Ariza*.....721

Relación entre las emociones y el valor atribuidos por los maestros en formación a la tarea de aplicar Matemáticas en la enseñanza de Biología. *Rocío Esteban Gallego, José María Marcos Merino, Jesús A. Gómez Ochoa de Alda*.....727

Aplicación de la indagación científica en inglés. *Susana Mata Torres, Ileana M. Greca, Esther Sanz de la Cal*.....733

La indagación científica escolar guiada a través del video. *Anna Solé-Llussà, David Aguilar Camaño, Manel Ibáñez Plana, Jordi Lluís Coiduras Rodríguez*.....739

La narrativa de ficción como contexto socio-científico: una ejemplificación mediante la novela juvenil. *Isabel Pau-Custodio, Conxita Márquez Bargalló, Anna Marbà-Tallada*.....745

El uso de modelos para explicar la detención de las reacciones enzimáticas. *Mª Peregrina Varela Caamiña, Paloma Blanco Anaya, Joaquín Díaz de Bustamante*.....751

Efectividad de dos propuestas de enseñanza sobre la Termodinámica de las reacciones químicas. *Iria Pereira García, José Manuel Domínguez Castiñeiras*.....757

Propuesta didáctica para la promoción de la competencia científica en un contexto de cuestión socio-científica: ¿Qué opinan los estudiantes universitarios de Química Inorgánica? *María B. Manfredi, René O. Güemes, Claudia B. Falicoff*.....763

Comprensión de estudiantes de bachillerato y de profesorado sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis del caso histórico de “Rosalind Franklin y la estructura del ADN”. *Mª del Mar Aragón-Méndez, José Antonio Acevedo-Díaz, Antonio García-Carmona*.....769

Elaboración y validación de un cuestionario de evaluación de la competencia para la modelización del cambio químico. *Mª del Mar Aragón Méndez, José María Oliva Martínez, Ángel Blanco López*.....775

¿Qué contenidos conceptuales contemplan las editoriales en Educación Primaria sobre "Luz y sonido"? *Antonio Abellán Gómez*.....781

Descubriendo el movimiento del Sol en Educación Infantil. *Sergio Rosa, Isabel Luján, Rubén Limiñana, Carolina Nicolás, Asunción Menargues, Joaquín Martínez-Torregrosa, Francisco Savall, Rafael Colomer*.....787

Enseñar física a través de la indagación. Una experiencia didáctica con alumnos de Educación Primaria. *David Aguilera Morales, Tobías Martín Páez, Víctor Valdivia Rodríguez, Ángela Ruiz Delgado, Leticia Williams Pinto, José Miguel Vílchez González, Francisco Javier Perales Palacios*.....793

Contribución al desarrollo de la competencia científica en alumnado de Educación Primaria desde el estudio de los seres vivos. *Dayrén Mosquera Suárez, Susana García Barros*.....799

El desarrollo del Pensamiento Crítico mediante temas de NdCyT: una experiencia en Educación Primaria. *Vanessa Ortega-Quevedo, Cristina Gil Puente* 805

Prueba piloto de un modelo STEM integrado con programación computacional. *Ragu Bogdan Toma, Jesús Ángel Meneses Villagrá* 811

Caracterización del modelo del trabajo por proyectos y el rol que juegan las ideas de ciencias en la implementación del modelo en el aula. *María Francisca Neira Castillo, Begoña Oliveras Prat, Anna Marbà Tallada* 817

Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria. *Jairo Ortiz Revilla, Ileana M. Greca, Irene Arriassecq* 823

ABPMap: "mapeando" componentes didácticas del Aprendizaje Basado en Proyectos de ámbitos STEM. *Jordi Domènech Casal* 829

Repercusión del bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza. Un análisis de la perspectiva docente. *David Aguilera Morales, F. Javier Perales Palacios* 835

Evaluación de la implementación de unidades didácticas (UD) en el aula. *Adriana Rocha, Cristina Iturralde, Adriana Bertelle* 841

Proyectos innovadores en el aula universitaria. *Marcela Manuale* 847

La metodología indagatoria para la enseñanza de las ciencias en educación infantil. Proyecto "Bodega San Felices". *Nerea Etura Tobalina, Susana González Mateo* 853

Análisis de las percepciones de futuros maestros de primaria sobre la importancia de la argumentación antes y después de una experiencia formativa desde la didáctica de las ciencias. *Juan José Vicente Martorell, Natalia Jiménez-Tenorio, Lourdes Aragón* 859

Caracterización de las visitas escolares en el Zoológico de Córdoba. *Carmen Briones Fernández, Jerónimo Torres-Porras, Ignacio González-López* 865

¿Conoce el alumnado de Educación Primaria la problemática del agua en nuestro planeta? *M. P. Pozo-Muñoz, Juan Carlos Tójar Hurtado, C. Martín-Gámez* 871

La comunidad científica vista con ojos de niño. *Esther Mª García Vallecillos, Sara Cañete Jiménez, Mª Pilar Jiménez Tejada, Sergio David Barón López* 877

SIMPOSIOS

1. Prácticas científicas en la educación formal
María Martínez Chico (coord.) 885

Las prácticas científicas en la enseñanza sobre genética: argumentación sobre el modelo de expresión de una enfermedad animal. *Noa Ageitos, Blanca Puig* 889

Estrategias para fomentar la práctica de modelización científica productiva: análisis de las discusiones de futuros maestros sobre flotación. *Anna Garrido Espeja, Digna Couso Lagarón* 895

Prácticas científicas organizadas en indagación sobre flotación para la formación inicial de docentes. *Rafael López-Gay, M. Rut Jiménez-Liso, María Martínez-Chico, Estela Giménez* 901

Promoviendo la apropiación de un modelo de energía en estudiantes a través de la participación en prácticas científicas. *Macarena Soto, Digna Couso* 907

El modelo cinético-corpuscular y las prácticas científicas: una propuesta basada en la dilatación térmica. *Maria Roser Nebot, Conxita Márquez* 913

2. Investigación sobre la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en diferentes Universidades Nacionales de la República Argentina
Héctor Odetti (coord.) 919

Una mirada a las clases experimentales de Química. *Miriam G. Acuña, Griselda M. Marchak, Gladis E. Medina, Alicia J. Baumann* 923

Recursos didácticos para la planificación de clases de Química. *Claudia Drogo, Marcela Rizzotto* ...929

El uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la Universidad. *Sandra Analía Hernández* 935

Conocimiento del profesor para la enseñanza en el laboratorio de química. *Germán H. Sánchez, Héctor S. Odetti, M. Gabriela Lorenzo* 941

LÍNEA 4. INVESTIGACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

COMUNICACIONES

Estructura latente de una escala de actitudes hacia la ciencia escolar basada en el modelo motivacional Expectativa-Valor de Eccles. *Radu Bogdan Toma, Jesús Angel Meneses Villagrá* 953

El medio litoral como contexto relevante para el estudio de la fauna: una propuesta didáctica. *Luis José Míguez-Rodríguez, Concepción González Rodríguez, Carlos de Paz Villasenín* 959

¿Qué emociones sienten los alumnos de 6º curso de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza? *Irene del Rosal, Florentina Cañada, Mª Antonia Dávila, María Luisa Bermejo* 965

Análisis de las emociones en el aprendizaje bilingüe entre alumnos de Ciencias Naturales y Science. *Javier Cubero, Martina Ramírez, Susana Sánchez, María Luisa Bermejo* 971

Influencia de las actividades prácticas sobre el rendimiento cognitivo y emocional de los alumnos de Educación Secundaria en el aprendizaje de las reacciones químicas. *Mª Antonia Dávila Acedo, Florentina Cañada Cañada, Ana Belén Borrachero Cortés, Jesús Sánchez Martín* 977

Adaptación y validación de un instrumento de diagnóstico de las estrategias motivacionales empleadas en las clases de ciencias naturales en la etapa de Primaria. *Yolanda González Castanedo, María Ángeles de las Heras, Pedro Sáenz-López, Raquel Romero* 983

El uso de las redes sociales en el aula de ciencias ¿debe ser una obligación o no? *Antonio A. Lorca Marín, Yolanda González Castanedo, Emilio Delgado Algarra* 989

¿Qué emociones y actitudes presenta el alumnado de Educación Primaria ante competencias STEM? *Guadalupe Martínez Borreguero, Milagros Mateos Núñez, Francisco L. Naranjo Correa* 995

El cambio conceptual y la indagación: Cambio químico y cambio físico en bachillerato. *Ana Isabel Bárcena Martín, David Rosa Novalbos, Íñigo Rodríguez Arteche, Mª Mercedes Martínez Aznar* 1001

Diseño y validación de un cuestionario sobre comprensión de la naturaleza de los modelos en ciencias. *José María Oliva-Martínez, Ángel Blanco-López* 1007

Un análisis acerca del tipo de explicaciones que los estudiantes de Educación Infantil construyen sobre la combustión. *Vanessa Sesto Varela, Isabel García-Rodeja Gayoso* 1013

El modelo de ecosistema en el alumnado de Educación Primaria. Una visión longitudinal. *Carolina Val Rey, María Cristina Martínez Losada, Ánxela Bugallo Rodríguez* 1019

Evolución de las explicaciones del alumnado de Educación Infantil durante una propuesta didáctica sobre el aire. *María Lorenzo Flores, Vanessa Sesto Varela, Isabel García-Rodeja Gayoso* 1025

Estudio de las representaciones de los Modelos Sistema Inmunológico y Sistema Digestivo a través de dibujos y explicaciones escritas del alumnado del grado de Magisterio. *Miren Begoñe Burgoa Etxaburu, Araitz Uskola Ibarluzea, Gurutze Maguregui González, Teresa Zamalloa Echevarría, Ainara Achurra Ahumada* 1031

Triángulos de sostenibilidad: análisis de las producciones de los estudiantes en una actividad sobre los diferentes usos del monte. *Isabel García-Rodeja Gayoso, Santiago Montero Vilar, Laura García Brea* 1037

Aplicación del conocimiento sobre reacciones químicas en la toma de decisiones para resolver un caso policial ficticio. *Lucía Casas Quiroga, Beatriz Crujeiras Pérez* 1043

Contribución curricular desde la asignatura Física y Química al desarrollo de la competencia digital en la Educación Secundaria Obligatoria. *Daniel Valverde Crespo, Joaquín González Sánchez* 1049

Características y resultados de la evaluación de la indagación científica en las pruebas de biología de acceso a la universidad. *Concepció Ferrés Gurt, Anna Marbà Tallada, Jordi Domènech-Casal* 1055

Dificultades conceptuales y procedimentales de los maestros en formación en el aprendizaje de procesos fisiológicos. *Roberto Reinoso Tapia, Jaime Delgado Iglesias, Rosa María Villamañán Olfos* 1061

Estudio de las ideas alternativas en maestros en formación sobre la descomposición de fuerzas. Plano inclinado como caso de estudio. *Diego Airado Rodríguez, María Campos Tortosa, María Antonia Dávila Acedo, Jesús Sánchez Martín, María Dolores Víctor Ortega, Florentina Cañada Cañada* 1067

Análisis de las preguntas que formulan los maestros en la clase de ciencias. *Clara Allepuz, Juan Quílez Pardo* 1073

Empleo de cortes anatómicos humanos para mejorar la competencia visual en futuros maestros. *Beatriz García Fernández, Antonio Mateos Jiménez, José Reyes Ruiz-Gallardo* 1079

Concepciones de futuros maestros sobre las relaciones tróficas: la elección del Grado universitario importa. *Lidia Caño* 1085

Diagnóstico del nivel de contenidos científico-tecnológicos del alumnado de 10 a 12 años. *Milagros Mateos-Núñez, Guadalupe Martínez-Borreguero, Francisco Luis Naranjo-Correa* 1091

Revisión bibliográfica de investigaciones en el dominio de las concepciones básicas sobre la materia. *Vanessa Sesto* 1097

Estudio de la percepción de las especies vegetales exóticas invasoras en alumnado de 1º de la ESO. *José Joaquín Ramos Miras, Jerónimo Torres Porras, Jorge Alcántara Manzanares, Francisca Castro Notario, Isabel Ruiz Sánchez* 1103

Concepciones de los maestros en formación inicial sobre la investigación científica: una experiencia práctica. *Soraya Hamed Al-Lal, Fátima Rodríguez-Marín, Isabel Escrivà Colomar, Ana Rivero García* 1109

Ciencia e inclusión en Educación Infantil. *Elena Blanco Carabias, Mª Antonia López-Luengo, Cristina Vallés, Cristina Gil* 1115

SIMPOSIO

Estudios sobre metacognición y aprendizaje de las ciencias
Vicente Sanjosé López (coord.) 1123

Indicadores de proceso en regulación metacognitiva durante la lectura de textos de ciencias. *Juan José Calvo Valiente, Ángela Gómez López, Juan José Fernández Rivera* 1127

Predicción del rendimiento en ciencias a partir del uso percibido de estrategias metacognitivas de alumnos de Secundaria. *Enric OrtegaTorres, Joan Josep Solaz-Portolés* 1133

Construcción del desconocimiento de artefactos: un estudio con futuros profesores. *José C. Otero Gutiérrez, Vicente Sanjosé López* 1139

Procesos metacognitivos durante la resolución en voz alta de problemas por futuros profesores de física. *Tarcilo Torres, Vicente Sanjosé López* 1145

Control metacognitivo en la comprensión de problemas resueltos: análisis de proceso. *José Javier Verdugo-Perona, Carlos B. Gómez-Ferragud, Joan Josep Solaz-Portolés, Vicente Sanjosé López* 1151

LÍNEA 5. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

COMUNICACIONES

Identificación de la presencia de la publicidad en los envases de productos alimenticios por parte de estudiantes del grado de Educación Infantil. *Jose M. Hierrezuelo Osorio, Teresa Lupión Cobos, Jesús R. Girón Gambero* 1163

Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas. *Jorge Alcántara Manzanares, Araceli Almagro Cabeza, José Carlos Arrebola Haro, Mónica Calderón Santiago, Inmaculada Calvo Arias, María Dolores Cano Fuentes, Juan José Carrillo Cobo, Manuel Espadas Páez, Inmaculada C. Jiménez Chacón, Rafael Junco Navarro, Manuel Mora Márquez, Gabriel Moya Molina, Enrique Navarro Aganzo, Sebastián J. Rubio García, Jerónimo Torres-Porras* 1169

La gravedad como pretexto para trabajar el pensamiento crítico en infantil. *Inés Mosquera Bargiela, Paloma Blanco Anaya, Blanca Puig* 1175

El modelo de evolución biológica en la Educación Primaria: ¿qué contenidos abordan los programas curriculares de las Comunidades Autónomas? *Lucía Vázquez Ben, Ánxela Bugallo Rodríguez* 1181

Análisis de las pruebas de evaluación de la competencia científico-tecnológica en 6º de Educación Primaria. *Tobías Martín Páez, José Miguel Vílchez González, Francisco Javier Carrillo Rosúa, José Luís Lupiañez Gómez* 1187

La educación científica en un contexto no formal: el laboratorio abierto de la Domus. *Yolanda Golías Pérez, Juan Carlos Rivadulla López* 1193

Análisis comparativo de estándares de aprendizaje en relación a las actitudes científicas. *Andrea Fernández-Sánchez, Ana Sánchez Bello* 1199

Percepciones sobre pseudociencias e innovaciones tecnológicas en alumnado de primer ciclo de ESO. *Jordi Domènech-Casal, Jesús Gasco, Neus Ruiz, Anna Saperas* 1205

Estudio de caso sobre la inclusión de cuestiones sobre sostenibilidad en torno al huerto escolar en Educación Primaria. *J. Samuel Sánchez Cepeda, Paula Mariscal Díaz, Mª del Carmen Conde Núñez* 1211

Análisis de la Adhesión a la Dieta Mediterránea en escolares de 10 a 12 años, de la provincia de Badajoz. *Lourdes Franco-Reynolds, Javier Cubero, Emilio Costillo, Manuel A. Calderón* 1217

Análisis de los primeros auxilios en el marco educativo de la provincia de Granada. Resultados preliminares. *María del Carmen Romero López, Sergio David Barón López* 1223

Estados de agregación de la materia: sólido, líquido, gaseoso y... polvo. Errores conceptuales en los libros de texto de Educación Primaria. *Mario Branca, Vittorio Pilosu, Viviana Sale, José Luis Bravo Galán, José María Marcos Merino, Rocío Esteban Gallego* 1229

¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias? *Carolina Martín-Gámez, Mª Carmen Acebal Expósito, Carmen Cansino Herreros* 1235

Diseño de un juego de rol sobre un problema socio-científico relacionado con las centrales nucleares para iniciar en el activismo y en el uso de pruebas a maestros de primaria en formación inicial. *Daniel Cebrián-Robles, Enrique España-Ramos, Antonio-Joaquín Franco-Mariscal* 1241

Una problemática ambiental en el centro de la controversia sociopolítica ¿Cómo se percibe por los alumnos y profesores de un centro de Secundaria? *Patricia Esteve, Isabel Banos-González, Mercedes Jaén, Ana M. Gascón* 1247

Vinculación de la Química Verde con la práctica docente. *Pía José González-García, Mariona Espinet, Anna Marbà-Tallada* 1253

Los problemas del mundo: la mirada de maestros en Colombia. *Carmen Solís-Espallargas, Carlos Humberto Barreto Tovar* 1259

Preocupación medioambiental en el alumnado universitario. *María Eugenia Mediavilla* 1265

Promoviendo la equidad en la educación STEM en contextos no formales. *Èlia Tena Gallego, Carme Grimalt-Álvaro, Edelmira Badillo* 1271

Percepción de género de profesiones científicas entre estudiantes de Educación Primaria. *Sila Pla-Pueyo, Sergio Barón López, Gracia Fernández Ferrer, José Antonio Garzón Guerrero, Francisco González-García, Olga López-Guarnido, José Antonio Fernández-Plaza, Alejandro Ramón Ballesta, María Mercedes Vázquez Vílchez, Tobías Martín Páez, Ricardo Chacón González* 1277

Competencias en el marco de cuestiones socio-científicas. La percepción de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología. *Juan Franco Quaranta, Alejandro Raúl Trombert, Claudia Beatriz Falicoff* 1283

Emociones de estudiantes costarricenses de secundaria respecto al desarrollo de un proyecto de indagación según el género. *Diego Armando Retana Alvarado, María Marta Camacho Álvarez, Andrés Osborne Rovira, Bartolomé Vázquez Bernal, Roque Jiménez Pérez, María Ángeles de las Heras Pérez* 1289

Actitudes hacia la ciencia de alumnado interesado en actividades científicas extracurriculares. *Radu Bogdan Toma, Jairo Ortiz-Revilla, Ileana M. Greca* 1295

Disoluciones y alcohol: Una intervención integradora para 4º ESO. *Amparo Elisa Benéitez Villamor, Ángel Ezquerra Martínez, Iván Ezquerra-Romano, Paloma G. Campillejo* 1301

Información sobre ciencia en Internet: ¿qué competencias manifiestan los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria para evaluar la fiabilidad de una información? *Daniel Valverde Crespo, Joaquín González Sánchez* 1307

¿Pueden contribuir las pruebas de acceso a la universidad a mejorar las relaciones entre química y sociedad? *Almudena de la Fuente Fernández, M. Araceli Calvo Pascual* 1313

Contextos educativos no convencionales en educación infantil: algunos ejemplos en la provincia de Sevilla. *Hortensia Morón Monge, Mª del Carmen Morón Monge, Mª Granada Muñoz Franco, Mireia Illescas Navarro* 1319

Exposição científica interativa sobre a investigação e inovação responsáveis no âmbito da Geoengenharia Climática: uma iniciativa de ação sociopolítica desenvolvida por futuras professoras. *Elisabete Linhares, Pedro Reis* 1325

¿Qué saben sobre Biología y Geología de Sierra Nevada (España) los estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada? *Susana Rams Sánchez, Sila Pla Pueyo* 1331

¿Qué piensan los niños y niñas de educación infantil sobre las abejas? *Gloria Rodríguez-Loinaz, Naiara Toral, Igone Palacios-Agundez* 1337

SIMPOSIOS

1. Ciencia, Ciudadanía y Didáctica de las Ciencias
Ángel Ezquerra (coord.) 1345

Percepción pública de la ciencia en España. Implicaciones para la didáctica de las ciencias. *Ángel Blanco López* 1349

¿Cómo utilizan los futuros maestros sus conocimientos frente a un anuncio televisivo sobre Ahorro energético, antes de nuestra intervención? *Antonio de Pro Bueno, Carlos de Pro Chereguini, Javier Rodríguez Moreno* 1355

Estudio de los planteamientos de investigación en torno a la ciencia presente en la sociedad desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Ángel Ezquerra Martínez, Asunción G. Campillejo, Amparo E. Benéitez Villamor* 1361

O impacto do projeto "We Act" nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *Pedro Reis, Luís Tinoca* 1367

Ejemplos de contextos sociales en los que es importante desarrollar el pensamiento crítico de los ciudadanos. *Enrique España-Ramos, Francisco José González-García, Antonio Joaquín Franco-Mariscal* 1373

2. Presente de la alfabetización genética
María Napal Fraile (coord.) 1379

¿Está el profesorado de biología preparado y dispuesto a impartir contenidos actualizados de genética en la educación secundaria? *Isabel Zudaire Ripa, Raquel Espuelas Ruiz, María Napal Fraile* 1383

Mendel versus ADN: textos de estudio e ideas del alumnado del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato. *Francisco González-García, Mª Carmen Garrido-Navas y Aurea Casal-García* 1389

Utilización de entrevistas individuales para indagar sobre los conocimientos y las actitudes de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología: los alimentos transgénicos. *Cristina Ruiz González, Enrique Banet Hernández, Luisa López Banet, Enrique Ayuso Fernández* 1395

Aproximación a la fundamentación teórica de la Bioética en el currículo de la Educación Secundaria. *Francisco González-García, Daniela Basagni* 1401

Recomendaciones para el aprendizaje de la epigenética en la educación secundaria. *Isabel Zudaire Ripa, María Napal Fraile* 1407

Índice de autores

A

Abellán Gómez, Antonio: *781*
Abril Gallego, Ana María: *535, 721*
Acebal Expósito, Mª del Carmen: *55, 1235*
Acevedo Díaz, José Antonio: *661, 769*
Achurra Ahumada, Ainara: *541, 703, 1031*
Acuña, Miriam G.: *923*
Adamuz Povedano, Natividad: *321*
Ageitos, Noa: *889*
Agudelo Carvajal, Carlos: *445*
Aguilar Camaño, David: *739*
Aguilera Morales, David: *793, 835*
Aguirre Pérez, Constancio: *511*
Airado Rodríguez, Diego: *1067*
Alcántara Manzanares, Jorge: *321, 1103, 1169*
Aldea, Concepción: *145*
Alegre, Soledad S.: *223*
Allepuz, Clara: *1073*
Almagro Cabeza, Araceli: *1169*
Álvarez Herrero, Juan Francisco: *565*
Álvarez Lires, F. Javier: *583*
Álvarez Lires, María M.: *583*
Álvarez Moreno, Sara: *589*
Alvoz Ameri, Sofía: *397*
Amórtegui Cedeño, Elías Francisco: *481*
Andoño Erdozain, Irati: *327*
Aragón, Lourdes: *403, 667, 859*
Aragón Méndez, María del Mar: *661, 769, 775*
Arias Correa, Azucena: *281*
Arias Rodríguez, Andrés: *193*
Arillo, María Ángeles: *343*
Arrebola Haro, José Carlos: *1169*
Arriassecq, Irene: *823*
Avila, Olga Beatriz: *223, 625*
Ayuso Fernández, Enrique: *1395*

B

Badillo, Edelmira: *1271*
Banet Hernández, Enrique: *1395*
Banos González, Isabel: *1247*
Bárcena Martín, Ana Isabel: *103, 469, 1001*
Barciela Durán, Patricia: *91*
Barón López, Sergio David: *877, 1223, 1277*
Barreto Tovar, Carlos Humberto: *1259*
Barriendo, Jorge: *263*
Basagni, Daniela: *1401*
Baumann, Alicia J.: *923*
Benéitez Villamor, Amparo Elisa: *1301, 1361*
Bermejo, María Luisa: *965, 971*
Berta, Eugenia E.: *223*
Bertelle, Adriana: *841*
Blanco Anaya, Paloma: *751, 1175*
Blanco Carabias, Elena: *1115*
Blanco López, Ángel: *775, 1007, 1349*
Borrachero Cortes, Ana Belén: *487, 977*
Bracho López, Rafael: *321*
Branca, Mario: *1229*
Bravo, Juan Carlos: *169*
Bravo Galán, José Luis: *523, 1229*
Bravo Lucas, Elena: *523*
Bravo Torija, Beatriz: *613*
Brero Peinado, Vito: *55*
Briones Fernández, Carmen: *865*
Brocos Mosquera, Pablo: *115*
Bugallo Rodríguez, Ánxela: *1019, 1181*
Burgoa Etxaburu, Miren Begoñe: *1031*

C

Cabagna, Mariana: *45*
Caballero Armenta, Manuela: *61, 199*
Caballero Sahelices, Mª Concesa: *631*
Caeiro Rodríguez, Manuel: *583*
Calderón, Manuel A.: *1217*
Calderón Santiago, Mónica: *39, 321, 1169*
Calvo Arias, Inmaculada: *1169*
Calvo Pascual, M. Araceli: *1313*
Calvo Pérez, Elisabeth: *305*
Calvo Valiente, Juan José: *1127*
Camacho Álvarez, María Marta: *1289*
Cambra Badii, Irene: *421*
Campos Tortosa, María: *1067*
Cano Fuentes, María Dolores: *1169*
Cansino Herreros, Carmen: *1235*
Cantó Doménech, José: *315, 579, 595*
Cañada Cañada, Florentina: *965, 977, 1067*
Cañete Jiménez, Sara: *877*
Caño, Lidia: *1085*
Cara Torres, J. Beatriz: *529*
Cardenas Lizarazo, Janeth Amparo: *487*
Carrasquer, Beatriz: *367*
Carrillo Cobo, Juan José: *1169*
Carrillo Rosúa, Francisco Javier: *251, 1187*
Casal García, Aurea: *1389*
Casals, Anna: *187*
Casas Quiroga, Lucía: *1043*
Cascarosa Salillas, María Esther: *145, 293, 391*
Castaño Cano, Sergio Andrés: *685*
Castells, Marina: *415*
Castro Notario, Francisca: *1103*
Ceballos Aranda, Marta: *133, 403*
Cebrián Robles, Daniel: *229, 637, 1241*
Celma, Santiago: *145*
Chacón González, Ricardo: *1277*
Cisneros, Sandra: *151*
Cobo Huesa, Cristina: *721*
Coiduras Rodríguez, Jordi Lluís: *739*
Colomer, Rafael: *565, 787*
Conde Núñez, Mª del Carmen: *157, 1211*
Contini, Liliana E.: *223*
Corbacho Cuello, Isaac: *487*
Cordero, Silvina: *463*
Cortés Gracia, Ángel Luis: *457, 505*
Costa, Marcel: *187*
Costillo Borrego, Emilio: *487, 523, 1217*
Couso Lagarón, Digna: *643, 895, 907*
Couto Cantero, Pilar: *679*
Coves Botella, Fuensanta: *529*
Criado, Ana María: *67, 517*
Crujeiras Pérez, Beatriz: *493, 1043*
Cruz Guzmán, Marta: *517*
Cubero, Javier: *971, 1217*

D

Dávila Acedo, María Antonia: *965, 977, 1067*
Delgado Algarra, Emilio: *989*
Delgado Iglesias, Jaime: *1061*
Díaz de Bustamante, Joaquín: *751*
Díaz Moreno, Naira Concepción: *299, 493*
Dies Álvarez, María Eugenia: *457*
Diez Ojeda, María: *397*
Domènech Casal, Jordi: *829, 1055, 1205*
Domingo Martínez, Laura: *199*
Domínguez Castiñeiras, José Manuel: *625, 655, 757*
Domínguez Escribano, Marta: *321*
Drogo, Claudia: *929*
Dumrauf, Ana: *463*

E

de Echave Sanz, Ana: *217, 263, 391*
Echeazarra Escudero, Leyre: *121*
Escrivà Colomar, Isabel: *1109*
Espadas Páez, Manuel: *1169*
España Ramos, Enrique: *1241, 1373*
Espinet, Mariona: *475, 1253*
Espuelas Ruiz, Raquel: *385, 1383*
Esquivel Martín, Tamara: *613*
Esteban Gallego, Rocío: *487, 727, 1229*
Esteve, Patricia: *1247*
Etura Tobalina, Nerea: *853*
Eugenio, Marcia: *403*

Ezquerra Martínez, Ángel: *1301, 1345, 1361*
Ezquerra Romano, Iván: *1301*

F

Fabro, Ana Patricia: *571*
Falicoff, Claudia Beatriz: *625, 763, 1283*
Farjas, Fidel: *187*
Fernández Ferrer, Gracia: *1277*
Fernández González, Manuel: *373*
Fernández Oliveras, Alicia: *287, 493*
Fernández Plaza, José Antonio: *1277*
Fernández Rivas, José Manuel: *91*
Fernández Rivera, Juan José: *1127*
Fernández Sánchez, Andrea: *1199*
Ferrer, Anna: *187*
Ferrer, Luis Miguel: *151, 263*
Ferrés Gurt, Concepció: *1055*
Franco Mariscal, Antonio Joaquín: *1241, 1373*
Franco Quaranta, Juan: *1283*
Franco Reynolds, Lourdes: *1217*
de la Fuente Fernández, Almudena: *1313*
Fuentes Silveira, María Jesús: *361, 715*

G

Gabriela Lorenzo, M.: *941*
Gallego Picó, Alejandrina: *169*
García Barros, Susana: *679, 715, 799*
García Brea, Laura: *1037*
García Buitrago, Elena: *211*
García Carmona, Antonio: *517, 661, 769*
García Fernández, Beatriz: *1079*
García García, Eugenia: *61, 211*
García González, Esther: *181*
García Lladó, Àngela: *445*
García Llorente, Carlos: *85*
García Sánchez, Albano: *321*
García Vallecillos, Esther Mª: *877*
García-Rodeja Gayoso, Isabel: *1013, 1025, 1037*
Garelli, Fernando: *463*
Garrido Espeja, Anna: *895*
Garrido Navas, Mª Carmen: *1389*
Garzón Fernández, Anabella: *299, 529*
Garzón Guerrero, José Antonio: *1277*
Gasco, Jesús: *1205*
Gascón, Ana M.: *1247*
Gavidia Catalán, Valentín: *481*
Gil Puente, Cristina: *805, 1115*
Gil Quílez, María José: *499, 505*
Giménez, Estela: *901*
Gimeno, Cecilia: *145*
Girón Gambero, Jesús R.: *1163*
Golías Pérez, Yolanda: *1193*
Gómez Campillejo, Asunción: *1361*
Gómez Campillejo, Paloma: *1301*
Gómez Ferragud, Carlos B.: *1151*
Gómez López, Ángela: *1127*
Gómez Ochoa de Alda, Jesús A.: *727*
Gómez Prado, Borja: *163*
González, Concepción: *235*
González Castanedo, Yolanda: *983*
González Fernández, Antonio: *433*
González García, Francisco: *589, 1277, 1389, 1401*
González García, Francisco J.: *1373*
González García, Pía José: *1253*
González Gómez, David: *169*
González López, Ignacio: *865*
González Mateo, Susana: *853*
González Rodríguez, Concepción: *697, 959*
González Sánchez, Joaquín: *1049, 1307*
González Vilariño, Silvia: *333*
Greca, Ileana M.: *733, 823, 1295*
Grimalt Álvaro, Carme: *97, 1271*
Güemes, René O.: *763*
Guerrero Tamayo, Katherine: *463*
Guitart, Fina: *415, 445*

H

Hamed Al Lal, Soraya: *245, 1109*
de las Heras Pérez, María Ángeles: *427, 983, 1289*
Hernández, Sandra Analía: *935*
Herrero Vázquez, Mónica: *175, 193*

Hervas, Alicia: *151*
Hierrezuelo Osorio, Jose M.: *1163*
Hinojosa, Julià: *355*

I

Ibáñez, Margarita: *709*
Ibáñez Plana, Manel: *739*
Illescas Navarro, Mireia: *1319*
Iturralde, Cristina: *841*
Izagirre, Leire: *85*

J

Jaén, Mercedes: *1247*
Jiménez Aleixandre, María Pilar: *115, 163, 333*
Jiménez Chacón, Inmaculada C.: *1169*
Jiménez Fontana, Rocío: *181*
Jiménez Liso, M. Rut: *901*
Jiménez Pérez, Roque: *427, 1289*
Jiménez Tejada, Mª Pilar: *589, 709, 877*
Jiménez Tenorio, Natalia: *667, 859*
Jiménez Valverde, Gregorio: *127*
Junco Navarro, Rafael: *1169*

L

Lamas Seco, Pilar: *91*
Laso Salvador, Sandra: *409, 553*
Lemus Vieites, Alexandra: *257*
León Gómez, Ricardo: *685*
Limiñana Morcillo, Rubén: *565, 787*
Linhares, Elisabete: *1325*
Llovera González, Juan José: *619*
López Banet, Luisa: *1395*
López Carrique, Enrique: *529*
López Fernández, José Antonio: *321*
López Gay, Rafael: *901*
López González, Leandro: *205*
López Guarnido, Olga: *1277*
López Lozano, Lidia: *245, 349*
López Luengo, Mª Antonia: *1115*
López Quintero, José Luis: *73*
Lorca Marín, Antonio A.: *989*
Lorenzo, M. Gabriela: *421*
Lorenzo Flores, María: *1025*
Lorenzo Rial, María A.: *281, 583*
Lucha López, Pedro: *457*
Luján, Isabel: *565, 787*
Lupiañez Gómez, José Luís: *1187*
Lupión Cobos, Teresa: *1163*
Luque Salas, Bárbara: *321*

M

Maguregui González, Gurutze: *1031*
Manfredi, María B.: *763*
Manuale, Marcela: *847*
Marbà Tallada, Anna: *745, 817, 1055, 1253*
Marbán Prieto, José María: *553*
Marchak, Griselda M.: *923*
Marchan, Ivan: *187*
Marcos Merino, José María: *727, 1229*
Mariscal Díaz, Paula: *1211*
Márquez Bargalló, Conxita: *643, 745, 913*
Martin García, Ana: *97*
Martín del Pozo, Rosa: *343*
Martín Gámez, Carolina: *493, 871, 1235*
Martín Páez, Tobías: *793, 1187, 1277*
Martín Puig, Patricia: *343*
Martínez Aznar, Mª Mercedes: *103, 469, 1001*
Martínez Borreguero, Guadalupe: *673, 995, 1091*
Martínez Chico, María: *885, 901*
Martínez Losada, María Cristina: *257, 361, 1019*
Martínez Peña, Mª Begoña: *499, 505*
Martínez Torregrosa, Joaquín: *565, 787*
Martínez Torres, Patricia: *589*
de la Mata Agudo, Carmen: *321*
Mata Torres, Susana: *733*
Mateo González, Ester: *151, 263, 293*
Mateos Jiménez, Antonio: *269, 1079*
Mateos Núñez, Milagros: *673, 995, 1091*
Mayoral García-Berlanga, Olga: *481*
Mazas Gil, Beatriz: *293*
Mediavilla, María Eugenia: *1265*
Medina, Gladis E.: *923*
Medina Quintana, Silvia: *321*

Melo Niño, Lina Viviana: *559, 487*
Membiela Iglesia, Pedro: *433, 547*
Menargues, Asunción: *565, 787*
Meneses Villagrá, Jesús Ángel: *631, 811, 953*
Míguez, Luís José: *235, 959*
Miramontes Antas, Manuel: *91*
Monteira, Sabela F.: *333*
Montero Vilar, Santiago: *1037*
Mora Márquez, Manuel: *39, 277, 305, 321, 1169*
Moreno Pino, Francisco Manuel: *181*
Morentin, Maite: *541*
Moriana Elvira, Juan Antonio: *321*
Morillas, Héctor: *239*
Morón Monge, Hortensia: *1319*
Morón Monge, Mª del Carmen: *1319*
Mosquera Bargiela, Inés: *1175*
Mosquera Suárez, Dayrén: *799*
Moya Molina, Gabriel: *1169*
Muñoz, Amparo: *151*
Muñoz Franco, Mª Granada: *1319*
Muñoz Losa, Aurora: *157*
Muñoz Muñoz, Alberto: *379*

N

Nader Yaver, Emilia: *685*
Napal Fraile, María: *385, 1379, 1383, 1407*
Naranjo Correa, Francisco Luis: *673, 995, 1091*
Nasarre, Ramón: *187*
Navarro Aganzo, Enrique: *1169*
Nebot, Maria Roser: *913*
Neira Castillo, María Francisca: *817*
Nicolás Castellano, Carolina: *565, 787*
Nicolato Peixoto, Marco Aurélio: *49*

O

Odetti, Héctor Santiago: *619, 919, 941*
Oliva Martínez, José María: *667, 775, 1007*
Oliveras Prat, Begoña: *187, 817*
Orbegozo Rezola, Kakun: *327*
Orejudo Hernández, Santos: *505*
Ortega Quevedo, Vanessa: *805*
Ortega Torres, Enric: *97, 1133*
Ortiz Revilla, Jairo: *823, 1295*
Osborne Rovira, Andrés: *1289*
Otero Gutiérrez, José C.: *1139*
Otero Lemos, Sandra: *333*

P

Palacios Agundez, Igone: *1337*
Palacios Díaz, Rafael: *67*
Palou, Laia: *187*
Paños Martínez, Esther: *269*
Pardo Juez, Alfonso: *139*
Patricia Fabro, Ana: *45*
Pau Custodio, Isabel: *745*
de Paz Villasenín, Carlos: *235, 959*
Peinado, Matilde: *535*
Peixoto, Ana: *439*
Peña Martínez, Juan: *379*
Perales Palacios, Francisco Javier: *793, 835*
Pereira García, Iria: *757*
Pereira Varela, Juanan: *121*
Pérez Galán, Rafael: *229*
Pérez Gracia, Elisa: *451*
Pérez Martín, José Manuel: *613*
Pérez Rivas, Miguel: *251*
Pérez Rodríguez, Uxío: *281*
Pérez Torres, Miquel: *643*
Pilosu, Vittorio: *1229*
Pipitone Vela, Carolina: *415, 445*
Pla Pueyo, Sila: *1277, 1331*
Pontes Pedrajas, Alfonso: *73, 451*
Ponz, Adrián: *367*
Portillo Guerrero, Mª de África: *245*
Pozo Muñoz, M. P.: *871*
Prado Orbán, Xabier: *655*
de Pro Bueno, Antonio: *595, 601, 1355*
de Pro Chereguini, Carlos: *601, 1355*
Puig Mauriz, Blanca: *163, 889, 1175*

Q

Quero Torres, Natalia: *229*
Quílez Pardo, Juan: *1073*

R

Ramírez, Martina: *971*
Ramón, Laia: *187*
Ramón Ballesta, Alejandro: *1277*
Ramos Miras, José Joaquín: *305, 1103*
Rams Sánchez, Susana: *691, 1331*
Ravelli, Sandra Daniela: *625*
Real Nimo, Sandra: *333*
Reina Vázquez, Marta: *133*
Reinoso Tapia, Roberto: *1061*
Reis, Pedro: *1325, 1367*
Restrepo, Natalia: *685*
Retana Alvarado, Diego Armando: *427, 1289*
Rico, Arantza: *85*
Rivadulla López, Juan Carlos: *361, 715, 1193*
Rivero García, Ana: *1109*
Rizzotto, Marcela: *929*
Rocha, Adriana: *841*
Rodríguez, Carlos: *217*
Rodríguez Arteche, Íñigo: *103, 469, 1001*
Rodríguez Casals, Carlos: *139*
Rodríguez de Rávena, Ricardo: *115*
Rodríguez Jiménez, Beatriz: *287*
Rodríguez Loinaz, Gloria: *1337*
Rodríguez Losas, Julio: *199*
Rodríguez Marín, Fátima: *245, 1109*
Rodríguez Mora, Francisco: *637*
Rodríguez Moreno, Javier: *601, 1355*
Rodríguez Ortega, Pilar Gema: *321*
Romero, Raquel: *983*
Romero Ariza, Marta: *721*
Romero López, Mª del Carmen: *589, 709, 1223*
Rosa Cintas, Sergio: *565, 787*
Rosa Novalbos, David: *103, 469, 1001*
del Rosal, Irene: *965*
del Rosario de la Riestra, María: *571*
Rubio García, Sebastián: *39, 305, 321, 1169*
Rueda, J. Antonio: *55*
Ruiz, Neus: *1205*
Ruiz Delgado, Ángela: *793*
Ruiz Gallardo, José Reyes: *269, 1079*
Ruiz González, Aritz: *85*
Ruiz González, Cristina: *1395*
Ruiz Pastrana, Mercedes: *409, 553*
Ruiz Sánchez, Isabel: *1103*

S

Sáenz López, Pedro: *983*
Sáez Bondía, María José: *457, 499, 505*
Sale, Viviana: *1229*
Sánchez, Germán H.: *941*
Sánchez, Susana: *971*
Sánchez Azqueta, Carlos: *145*
Sánchez Bello, Ana: *1199*
Sánchez Cepeda, J. Samuel: *157, 1211*
Sánchez Martín, Jesús: *977, 1067*
Sánchez Raya, Araceli: *321*
Sanjosé López, Vicente: *1123, 1139, 1145, 1151*
Sanmartí, Neus: *355*
Santiago Gutiérrez, Paula: *673*
Sanz Alonso, Josu: *239, 311, 327*
Sanz de la Cal, Esther: *733*
Saperas, Anna: *1205*
Savall, Francisco: *787*
Serón Torrecilla, Francisco Javier: *217, 391*
Serrallé Marzoa, J. Francisco: *281*
Serrano Rodríguez, Rocío: *451*
Sesto Varela, Vanessa: *1013, 1025, 1097*
Simón, Marta: *187*
Sistiaga Poveda, Maialen: *327*
Solaz Portolés, Joan Josep: *1133, 1151*
Solbes, Jordi: *595*
Solé Llussà, Anna: *739*
Solís Espallargas, Carmen: *1259*
Solís Ramírez, Emilio: *349*
Soto, Macarena: *907*
Soto García, Claudia: *109*
Su Jeong, Jin: *169*
Suils Robles, Mònica: *187*

T

Tena Gallego, Èlia: *1271*
Tinoca, Luís: *1367*
Tójar Hurtado, Juan Carlos: *871*

Toma, Radu Bogdan: *811, 953, 1295*
Toral, Naiara: *1337*
Torralba Burrial, Antonio: *175, 193*
Torras, Anna: *187*
Torres, Tarcilo: *1145*
Torres Payá, Inés: *61*
Torres Porras, Jerónimo: *865, 1103, 1169*
Trombert, Alejandro Raúl: *1283*

U

Umpiérrez Oroño, Silvia: *649*
Uriz, Irantzu: *385*
Urkidi Elorrieta, Pello: *327*
Uskola Ibarluzea, Araitz: *703, 1031*

V

Val Rey, Carolina: *1019*
Valdés Sánchez, Laura: *475*
Valdivia Ortiz, Valentina: *109*
Valdivia Rodríguez, Víctor: *793*
Valiño Lemos, Laura: *333*
del Valle Ortigoza, Liliana: *619*
Vallés, Cristina: *1115*
Vallespín Guitart, María: *691*
Valverde Crespo, Daniel: *1049, 1307*
Varela Caamiña, Mª Peregrina: *751*
Varela Losada, Mercedes: *281*
Varo Martínez, Marta: *73*
Vázquez Ben, Lucía: *1181*
Vázquez Bernal, Bartolomé: *427, 1289*
Vázquez Camino, Mª Dolores: *333*
Vázquez Vílchez, María Mercedes: *1277*
Vega Agapito, Mª Victoria: *79*
Venezia, María Rosa: *571*
Verdugo Perona, José Javier: *1151*
Vicente Martorell, Juan José: *667, 859*
Víctor Ortega, María Dolores: *1067*
Vidal López, Mª Ángeles: *333*
Vidal López, Manuel: *433, 547*
Vílchez González, José Miguel: *373, 589, 793, 1187*
Vílchez López, José Eduardo: *133, 403*
Villamañán Olfos, Rosa María: *1061*
Villatoro Fraile, Miguel: *199*

W

Walz, María F.: *223*
Williams Pinto, Leticia: *793*

Z

Zamalloa Echevarría, Teresa: *703, 1031*
Zamora Camacho, Francisco Javier: *251*
Zudaire Ripa, Isabel: *385, 1383, 1407*
Zuzuarregui, Ana: *239*

Línea 1.

Experiencias innovadoras en el aula

Línea 1. Experiencias innovadoras en el aula

Comunicaciones

Kosmonauts: trabajando el sistema solar a través de un juego de mesa en el grado de Educación Primaria

Mónica Calderón-Santiago, Manuel Mora Márquez y Sebastián J. Rubio García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Córdoba

b42casam@uco.es

Resumen:

En Educación Primaria, los juegos de mesa constituyen uno de los recursos educativos mejor valorados para lograr que el alumnado participe, de forma activa, en su proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, es difícil encontrar juegos de mesa que se adapten al nivel y programa educativo del aula, siendo común diseñar juegos o bien adaptar juegos existentes para poder usarlos en clase. Este trabajo presenta una propuesta de adaptación de un juego de mesa existente (Kosmonauts) para su uso en Educación Primaria en la enseñanza del Sistema Solar. A la propia dinámica del juego (tablero, cartas de eventos, fichas planetas, etc.) se ha incorporado el uso de carpetas con información adicional sobre los planetas. Mediante trabajo colaborativo, en grupos de 4 ó 5 personas, se persigue que recopilen información sobre los planetas donde "aterrizan" y responder a una serie de preguntas de evaluación.

Palabras clave: juegos de mesa, sistema solar, educación primaria, didáctica de las ciencias

Introducción

A pesar de que nos encontramos en la era tecnológica, los juegos de mesa están volviendo a tomar un papel relevante en la actualidad ya que permiten fomentar las relaciones sociales, proporcionando muchos otros beneficios como romper con la rutina y desconectar del entorno digital. Durante la última década, los juegos de mesa han adquirido especial importancia, debido principalmente a dos agentes sociales: la escuela y la familia. En el caso de la escuela, incluso se ha llegado a integrarlos como herramienta didáctica (Moncada y Moncada, 2014), ya que los juegos pueden proporcionar muchos beneficios transversales en el ámbito educativo como la asimilación de normas, el fomento del trabajo cooperativo, la estimulación del pensamiento, la asertividad en las decisiones o la resolución de conflictos.

Esta corriente metodológica llamada gamificación ya ha demostrado su potencialidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje (i Peris, 2015; Marín-Díaz, 2015; Contreras Espinosa, 2016), con propuestas que van desde la enseñanza de idiomas (Martínez, Olivencia y Terrón, 2016), la educación física (Hernando y col., 2015) o las ciencias sociales (Sánchez, 2015), por citar algunos ejemplos.

Al contrario que en otras épocas en las que jugar se consideraba una "pérdida de tiempo", gracias a estudios en los ámbitos de psicología, medicina y pedagogía, los juegos han pasado a ser una de las mejores herramientas para favorecer el desarrollo y crecimiento de la persona, pasando a tener un papel incuestionable en el mundo de la educación. Tal es este papel que muchas de las editoriales de juegos ya desarrollan talleres y proyectos en torno al uso de los juegos de mesa en

el aula, como es el caso de las editoriales DEVIR (devir.es/juegos-en-el-aula) o HABA (Programa de formación para educadores ¿Y tú… juegas en clase?).

El deseo de jugar estimula al alumnado a descubrir, manipular, observar e interpretar el mundo que les rodea, a la vez que aprenden a relacionarse, a conocer sus posibilidades y desarrollan su personalidad (Chamorro, 2010).

La utilidad de los juegos de mesa como recurso educativo es tal que muchos científicos se están encargando de diseñar y desarrollar sus propios juegos de mesa con los que pretenden enseñar conceptos de todo tipo, desde la resistencia bacteriana hasta el cambio climático (Kwok, 2017). No es necesario que todos los juegos de mesa hayan sido diseñados con fines educativos desde un primer momento, ya que siempre será responsabilidad del educador saber adaptar el juego a sus destinatarios finales, de forma que un mismo juego puede usarse incluso con distintos fines didácticos (Crookall, 2010).

En este trabajo se ha adaptado un juego de mesa llamado “Kosmonauts” de la editorial “mesa-boardgame” para su uso en el aula universitaria como recurso didáctico para mejorar el aprendizaje de conceptos relacionados con nuestro Sistema Solar y con su exploración desde el punto de vista de la Humanidad.

Objetivos

Con esta adaptación del juego de mesa en el aula se persiguen los siguientes objetivos:

- Mostrar el potencial de los juegos de mesa como recurso educativo en el aula.
- Lograr que el alumnado adquiera conocimientos ciertos y duraderos relativos al Sistema Solar en particular y el Universo en general.

Descripción del juego

El juego de mesa Kosmonauts por sí solo es muy completo, pero se consideró que podría mejorarse su potencial docente con la inclusión de nuevo material de creación propia, en concreto unas carpetas con información “confidencial” sobre los planetas, así como una carta en la que se le explica al alumnado que forman parte de una misión muy importante en la que tendrán que estudiar las características de los planetas para evaluar la posibilidad de terraformarlos (modificar un planeta para que se parezca lo más posible a La Tierra, en términos de habitabilidad humana). En dichas carpetas se incluyó información ampliada, actualizada y detallada de cada planeta, con datos como radio, masa, duración de los días, composición de su atmósfera, etc. En estos informes se tachó deliberadamente cierta información (figura 1), con el objetivo de pedir al alumnado que realice búsquedas en los repositorios de la red Internet para completar los datos del expediente del planeta, para lo cual pudieron usar los dispositivos electrónicos que considerasen oportuno.

La dinámica del juego se modificó ligeramente para incluir el uso de estas carpetas. En concreto, cada vez que los equipos “aterrizaban” en un planeta se les proporcionaba la información de este y se les daba un período de 15 minutos para estudiar dicho informe. Pasado este tiempo, y con la clara intención de evaluar la atención puesta en la tarea de “exploración” del planeta, se llevaba a cabo un cuestionario utilizando la herramienta de gamificación, de libre difusión, Kahoot (kahoot.it). Esta herramienta permite una evaluación de conocimientos dinámica y amena, que rompe la dinámica de juego y vuelve al alumnado al entorno académico en el que se encuentran en realidad. La modificación de las reglas contempla que la puntuación obtenida en el cuestionario será sumada a los propios puntos del juego, por lo que se fomenta la competitividad sana también de esta forma.

La dinámica del juego sería, por tanto, la siguiente:

- El alumnado se divide en 4 grupos, cada uno elegirá un color de nave. Esto es necesario porque Kosmonauts está diseñado para un máximo de cuatro jugadores, por lo que es recomendable realizar esta actividad con grupos-clase de no más de 20 personas.

- El personal docente coloca el tablero del juego con todas las fichas de madera de los planetas, así como las naves, que partirán todas del planeta Tierra (figura 2), siguiendo las instrucciones originales del juego.

- Cada equipo tendrá una tarjeta informativa (figura 3) con el combustible que contiene su nave, los escudos protectores que le quedan y los puntos que han obtenido por visitar otros planetas. El uso de estas tarjetas queda perfectamente detallado en el manual del juego y resulta muy intuitivo.

- El juego comenzaría siguiendo las mismas reglas que el juego normal, es decir, el equipo gobernante de ese turno decidirá qué carta de evento se aplica en esa ronda y, a continuación, cada equipo debe decidir si se moverá o se queda en el planeta para repostar. Una vez concluidos los movimientos se reparten las carpetas correspondientes a aquellos equipos que han aterrizado en un planeta, se les deja 15 minutos para que lo trabajen y se les realiza el cuestionario. En caso de que dos equipos decidan visitar el mismo planeta en el mismo turno, se les realizará el cuestionario de forma simultánea.

- Cuando finaliza el juego, tras visitar el número de planetas previamente pactado, se realizará la suma de puntos y se determinará el equipo ganador.

Independientemente de la rivalidad natural del alumnado y las alegrías derivadas de la victoria, la evaluación docente se realiza teniendo en cuenta fundamentalmente las respuestas al cuestionario de Kahoot y a las actitudes observadas durante el desarrollo del juego.

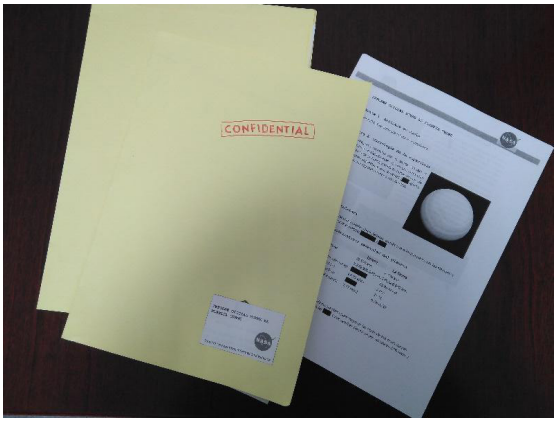


Figura 1. Fotografía de las carpetas desarrolladas como material suplementario al juego de mesa

Figura 2. Ejemplo de distribución del tablero en el inicio de la partida. Todas las naves se encuentran en el planeta Tierra representado con un disco de madera azul.

Figura 3. Ejemplo de distribución de la tarjeta informativa de cada nave para cada equipo en el inicio de la partida, con 8 cubos de combustible (amarillo), 2 cubos de «supercombustible» (rojo) y 3 escudos protectores (gris). Los símbolos de los planetas sirven para que coloquen los puntos que obtienen de visitar los mismos.

Metodología investigativa

Para llevar a cabo este estudio del uso del juego Kosmonauts en la enseñanza de conceptos científicos relacionados con el Sistema Solar, se ha diseñado una encuesta con varias preguntas en escala Likert del 1-5. Este instrumento de toma de datos se muestra en la tabla 1.

Además de este cuestionario, se realizaron dos preguntas libres, usadas para destacar las bondades y debilidades que, a juicio del alumnado, poseían este tipo de herramientas. De esta forma, se analizaron las sugerencias que podían aportar para mejorar la práctica, así como definir en tres palabras la práctica realizada.

Tabla 1: Escala likert usada para la evaluación del uso de Kosmonauts

Valora de 1 (menos valorado) a 5 (más valorado) los siguientes aspectos referentes al uso del juego de mesa Kosmonauts en su uso didáctico a la hora de la impartición de conceptos científicos

Aspectos a evaluar	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Dinámica del juego					
Jugabilidad					
Tiempo de juego					
Claridad de las instrucciones del juego					
Conceptos científicos mostrados en el juego					
Introducción de informes sobre planetas/satélites					
Introducción del juego en la dinámica del aula					

Planificación

Esta propuesta fue planteada para la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado de Educación Primaria, con objeto de mostrar y poner a prueba recursos didácticos a la hora de plantear dinámicas de aula para la enseñanza de los conceptos relacionados con el Sistema Solar. Para llevar a cabo la propuesta, se tuvo en cuenta la siguiente planificación, dividida en 3 fases, en la que se aunaba el trabajo de aula con la sesión de juego y la evaluación in situ de los objetivos planteados al inicio.

1) Explicación de conceptos en el aula. La primera sesión se dedicó a explicar algunos conceptos y características del Sistema Solar. Estos conceptos teóricos no sólo son fundamentales para la propia asignatura, sino que sirven para entender la dinámica del juego. Algunos ejemplos son el vacío interestelar, el viento solar, el movimiento de translación, el cinturón de asteroides y la distancia entre planetas.

2) Explicación de las normas del juego y de las virtudes y debilidades del juego como recurso didáctico. En una sesión de teoría se le explican las normas del juego al alumnado y se profundiza en los fallos conceptuales que existen en el juego (pocos e inevitables), como por ejemplo el hecho de que las órbitas planetarias vengan representadas de forma circular, o que la distancia entre planetas sea igual y uniforme. También se hace hincapié en aquellos aspectos más realistas del juego y vistos en teoría, como que hayan tenido en cuenta la presencia del cinturón de asteroides, con el que existe posibilidad de que las naves colisionen, o que existan eventos llamados "llamaradas solares", cuya consecuencia sea que las naves reciben una inercia en determinada dirección. También es destacable el hecho bien reproducido de la conservación de la cantidad de movimiento en el vacío, por la ausencia de rozamiento y otras fuerzas externas.

3) Uso del juego en sesiones prácticas con grupos reducidos. Al inicio de la sesión práctica será necesario en algunos casos recordar brevemente las normas del juego ampliadas, y se procederá a jugar usando el material original, las carpetas de información confidencial y el cuestionario tipo

Kahoot para saber si han encontrado toda la información sobre el planeta en el que se encuentren sus naves. Durante esta fase se realizará una evaluación cualitativa, puesto que podremos recoger las primeras impresiones del alumnado.

4) Evaluación cuantitativa. Como fase de culminación de la propuesta se realizará una evaluación cuantitativa usando el instrumento descrito en el apartado "Metodología investigativa". De esta forma quedarán recogidas las reflexiones del alumnado sobre el uso de este tipo de metodologías y sus potencialidades en su futura carrera docente.

Primeras impresiones

Esta experiencia ha permitido evaluar el potencial del uso de los juegos de mesa en el aula universitaria, en el contexto del Grado en Educación Primaria, concretamente el uso del juego Kosmonauts para la enseñanza de conceptos relacionados con el Sistema Solar. Entre las primeras impresiones cualitativas recogidas, cabe decir que el alumnado se mostró motivado durante el desarrollo del juego y todos los equipos trabajaron de forma cooperativa, dentro de la dinámica de aula planteada, para analizar y buscar información de los planetas y contestar a los cuestionarios propuestos. Además, a pesar de que al inicio de la actividad mostraban cierta dificultad para entender el movimiento de las naves y otros aspectos formales del juego, finalmente captaron perfectamente la conservación del movimiento en el vacío y se adaptaron a la dinámica del juego, lo que permitió su desarrollo con fluidez.

A lo largo del desarrollo del juego, el alumnado no solo demostró tener ciertos conocimientos de fenómenos naturales, como son la conservación del movimiento o la gravedad, que les permitía aterrizar en los distintos planetas simplemente acercándose a ellos, sino que, además y tras la lectura de la información de los planetas, fueron capaces de analizar, buscar y completar información acerca de las características de la superficie del planeta, su composición, la presencia de lunas o la duración de sus movimientos de rotación y traslación.

Desde el equipo docente evaluamos la iniciativa como muy prometedora y con potencial para facilitar la adquisición de conocimientos. Ya se está trabajando en el diseño de cuestionarios que permitan obtener datos objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje llevado a cabo con esta intervención, que dará lugar a futuros trabajos.

Referencias

Chamorro, I. L. (2010). "El juego en la educación infantil y primaria". *Autodidacta*, 1(3), 19-37.

Contreras Espinosa, R. S. (2016). "Presentación. Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación". *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 27-33.

Crookall, D. (2010). "Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline". *Simulation and Gaming*, *41*(6), 898–920.

Hernando, M. M., Arévalo, C. G., Mon, C. Z., Batet, L. A., & Catasús, M. G. (2015). "Play the Game: gamificación y hábitos saludables en educación física/Play the Game: gamification and healthy habits in physical education". *Apunts. Educació física i esports*, (119), 71.

i Peris, F. J. S. (2015). "Gamificación. Teoría de la Educación". *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 16(2), 13-15.

Kwok, R. (2017). "Game On". *Nature*, *547*, 369–371.

Marín-Díaz, V. (2015). "La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa". *Digital Education Review*, (27).

Martínez, N. M. M., Olivencia, J. J. L., & Terrón, A. M. (2016). "Mobile learning, Gamificación y Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje de idiomas". *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (6), 16-34.

Moncada, S. M. y Moncada, T. P. (2014). "Gamification of learning in accounting education". *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 14(3), 9.

Sánchez, J. M. G. (2015). "Press Start, los videojuegos como recurso educativo: una propuesta de trabajo con Minecraft y Ciencias Sociales". *Ar@cne: revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales.*

Enseñanza de Histología mediante el modelo pedagógico centrado en el estudiante

Ana Patricia Fabro y Mariana Cabagna

Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas.
Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.

anapfabro@hotmail.com

Resumen

A los fines de analizar algunas de las problemáticas que presenta el aprendizaje de Histología en la carrera de Licenciatura en Biotecnología, se desarrolló una investigación mediante metodología de estudio de caso, a través de la observación participativa de las clases de coloquio que se desarrollaron en el marco del modelo pedagógico centrado en el estudiante. Se observó que La propuesta logró que los alumnos se constituyeran en el motor de sus aprendizajes, ejerciendo un rol activo. Asimismo el conocimiento se construyó por medio de la experiencia colectiva de los alumnos a partir de la discusión grupal. La evaluación fue de tipo formativa, flexible y crítica, no valorando datos cuantitativos sino progresos cualitativos (avances en los procedimientos necesarios para observar al microscopio, interpretación e identificación de los preparados presentados, esquematización de los mismos).

Podemos concluir que la propuesta de aprendizaje activo de Histología ayudó a construir y desarrollar un modelo de enseñanza y aprendizaje más flexible, mediante el cual primó más la actividad y la construcción del conocimiento por parte del alumnado a través de una gama variada de recursos, que la mera recepción pasiva del conocimiento.

Palabras clave: aprendizaje activo; Histología; modelo centrado en el alumno.

Introducción

Metodologías clásicas de enseñanza de las Ciencias Morfológicas.

Tradicionalmente, la enseñanza de las Ciencias Morfológicas se basaba en el estudio del organismo humano a través de clases expositivas y prácticos mostrativos, considerando al alumno un receptor pasivo de la información. Estos modelos de enseñanza se centraban en los contenidos, priorizando los conceptos abstractos en detrimento de la práctica y de las aplicaciones a situaciones reales.

En estas modalidades los alumnos recurrían a la memorización de información, gran parte de la cual se tornaba irrelevante en la práctica concreta por no estar relacionada directamente con el entorno social del estudiante; o porque en corto plazo dejaba de ser válida, reemplazada por conocimientos más actualizados provenientes de resultados de investigaciones. Acorde a estas metodologías de enseñanza, las herramientas evaluativas también se limitaban a comprobar la memorización de información y de datos, en lugar de promover pensamientos de orden superior.

Esta concepción del proceso de enseñanza contribuyó a formar estudiantes con pocas posibilidades de adaptarse al crecimiento explosivo de la información científica y de las nuevas tecnologías, así como a las cada vez más cambiantes demandas de la práctica profesional. Para contrarrestar esta modalidad pedagógica, diversos programas de investigación educativa buscaron soluciones a través de la psicología cognitiva que propone nuevas formas de enseñanza que complementen la adquisición de contenidos con el desarrollo de habilidades, capacidades y actitudes indispensables en el desarrollo profesional.

El constructivismo como marco de referencia para la enseñanza centrada en el alumno.

La enseñanza centrada en el alumno se basa en la teoría constructivista, que sostiene que el conocimiento debe construirse por los propios estudiantes, quienes se constituyen en los artífices de sus logros. De acuerdo a ello el aprendizaje es un proceso de autoconstrucción del conocimiento a través de la vida, lo que lleva implícita la posibilidad de autonomía y perfeccionamiento continuo (Carretero, 2001).

La construcción del conocimiento se realiza sobre hechos, ideas y creencias que el alumno ha adquirido con anterioridad; en función de estos conocimientos previos y de los conceptos que irá incorporando en las distintas instancias del aprendizaje logrará, paulatinamente, construir su conocimiento actual.

La teoría constructivista en Educación, surge en el siglo XX producto de los aportes fundamentalmente de pedagogos como Piaget y Vigotsky. Piaget establece que el aprendizaje es un proceso que surge a partir del desarrollo evolutivo del niño, pero en continua relación con el ambiente en el que se desarrolla.

Asimismo Piaget explica que el aprendizaje es un proceso de complejización del pensamiento a través del cual el estudiante va incorporando nuevos conocimientos a partir de los conocimientos previos, e incorporando en la construcción del mismo la propia realidad en la que está inmerso y sus propias capacidades, a través de un proceso que requiere acomodación y asimilación.

En concordancia con esta teoría Vigotsky afirma que las personas son producto de su mundo social y cultural, y destaca la importancia del lenguaje como expresión del pensamiento. Vigotsky establece también el concepto de "zona de desarrollo próximo" (Fraca de Barrera, 2004). Este concepto explica la importancia de los pares en el proceso de aprendizaje y tiene una relación directa con el aprendizaje colaborativo. Su visión aporta a la teoría constructivista la importancia del aprendizaje grupal. En el aprendizaje activo y colaborativo, como ejemplo de un modelo constructivista, las relaciones entre alumnos son vitales. A través de ellas se desarrollan los desempeños de relación, integración, confrontación, reflexión y desarrollo de espíritu crítico que conllevan al progreso académico (Fabro, 2006).

Experiencia de enseñanza centrada en el alumno en el curso "El organismo humano: Aspectos estructurales" de la carrera de Licenciatura en Biotecnología:

El curso El organismo humano: aspectos estructurales pertenece al plan de estudio de la carrera de Licenciatura en Biotecnología. En el mismo se aborda el estudio de la Anatomía e Histología del organismo humano. En el caso específico del aprendizaje de Histología los alumnos se enfrentan a numerosas dificultades:

- Al llegar a la instancia de cursado inicial, la mayoría de los alumnos no ha desarrollado las competencias procedimentales básicas para la utilización del microscopio óptico.
- Si bien poseen conocimientos previos de Biología Celular, no están familiarizados con la terminología histológica.
- Los estudiantes tienen dificultades para inferir la estructura tridimensional de un órgano o tejido a partir de secciones histológicas bidimensionales.

- Debido a que la morfología de células, órganos y tejidos varía en función del ángulo de corte y de las técnicas de tinción, tienen dificultades para el reconocimiento microscópico
- Presentan problemas para comprender procesos (por ejemplo osificación), a partir de imágenes estáticas.

Con el fin de superar algunas de estas problemáticas, se implementó durante el cursado de la asignatura, una experiencia de aprendizaje activo bajo el modelo pedagógico centrado en el estudiante (Creamly, 2014). Para tal fin se dispusieron clases de coloquio con un número reducido de alumnos, en las cuales los estudiantes en forma activa, presentan oralmente las temáticas estudiadas y generan debates en forma colaborativa con sus compañeros, discutiendo acerca de la información ofrecida por la diferente bibliografía. En estas clases el docente adopta el rol de tutor, guiando el aprendizaje, pero posibilitando y fomentando la participación activa de los estudiantes.

Posteriormente durante el desarrollo de los trabajos los estudiantes observan individualmente los preparados histológicos al microscopio óptico y realizan la interpretación y esquematización de lo observado.

Objetivos

Analizar los aportes de una estrategia de enseñanza basada en el modelo pedagógico centrado en el alumno, durante el desarrollo de las clases de coloquio del curso “El organismo humano: aspectos estructurales” de la carrera de Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación, se utilizó la metodología de estudio de caso. Para obtener información acerca de los objetivos planteados se tomaron registros mediante observación participante de las clases del mencionado curso y de las instancias evaluativas.

Los resultados se analizaron desde el punto de vista cualitativo, a los fines de encontrar categorías en relación con:

Rol del alumno en el aula (activo/pasivo).

Rol del profesor (transmisivo/orientador).

Relación entre pares (aprendizaje individual/ interacción grupal)

Construcción del conocimiento (dirigido por el docente/construido a partir de la discusión de los alumnos).

Tipo de evaluación (sumativa/formativa)

Motivación para el trabajo en el aula.

Habilidades desarrolladas.

Competencias adquiridas.

Resultados y conclusiones

La investigación logró obtener evidencias acerca de los siguientes aportes

- El alumno se constituye en el centro de su aprendizaje ejerciendo un rol activo.
- Su aprendizaje es continuo.
- El profesor es un facilitador o guía.

- Se promueve la interacción entre pares.
- El conocimiento se construye por medio de la experiencia colectiva de los alumnos a partir de la discusión grupal
- La evaluación es de tipo formativa, flexible y crítica, no valora datos cuantitativos sino progresos cualitativos (avances en los procedimientos necesarios para observar al microscopio, interpretación e identificación de los preparados presentados, esquematización de los mismos).

Asimismo las actividades de discusión grupal generaron en los alumnos:

- Motivación profunda y clara sobre la necesidad de aprendizaje.
- Disposición para trabajar en grupo.
- Tolerancia para enfrentarse a situaciones ambiguas.
- Habilidades para la interacción personal tanto intelectual como emocional.
- Competencias de comunicación.
- Capacidades para ver su campo de estudio desde una perspectiva más amplia.

Podemos concluir que la propuesta centrada en el alumno ayuda a construir y desarrollar un modelo de enseñanza y aprendizaje más flexible, mediante el cual prima más la actividad y la construcción del conocimiento por parte del alumnado a través de una gama variada de recursos, que la mera recepción pasiva del conocimiento.

Referencias bibliográficas

Bartolomé, A. (2000). *Innovaciones tecnológicas en la docencia universitaria*. Universidad de Barcelona. Barcelona.

Carretero, M. (2001). *Constructivismo y Educación*. Aique. Buenos Aires.

Crumly, C. (2014). *Pedagogies for Student-Centered Learning*: Online and On-Ground Augsburg Fortress, Publishers:Mineapolis. Estados Unidos.

Fabro, A. (2006). Importancia de la organización de contenidos en tópicos generativos. Enseñanza de las Ciencias. *Rev. de Inv. y Exp. Didácticas*. Vol. 24. Nº 1. Barcelona.

Fraca de Barrera, L. (2004). *Pedagogía integradora en el aula*. Los libros del Nacional. Caracas.

García Irles, J.M Sempere Ortells, M.L de la Sen Fernández, F. Marco de la Calle, B. Vázquez Araújo, P. Martínez (2014). *La enseñanza de la Histología a través de metodologías activas*. Departamento de Biotecnología Universidad de Alicante.

Um enfoque didático para a consolidação dos termos e conceitos biológicos

Marco Aurélio Nicolato Peixoto

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG -

marco.peixoto@ifmg.edu.br

Resumo:

A necessidade de memorização excessiva de termos em biologia é reclamação recorrente dos estudantes. Esse trabalho pesquisa um recurso didático de metodologia didática específica que contempla em sua epistemologia os princípios da aprendizagem significativa integrados aos princípios da Gestalt. A metodologia utilizou as técnicas de observação participante, entrevistas, fotos e outros recursos para o registro dos dados. A amostragem contou com três turmas de Ensino Médio Técnico de uma Instituição Federal perfazendo um total de cerca de 120 estudantes com idade em sua maioria de 15 anos do período matutino no ano de 2017. Os resultados demonstraram que os estudantes apresentaram boa aceitação da atividade proposta demonstrando a aquisição de conceitos em biologia e alcançando objetivos pedagógicos que complementam o ensino único das ciências biológicas.

Palavras Chave: Gestalt; Aprendizagem significativa; Didática; Ensino de Ciências.

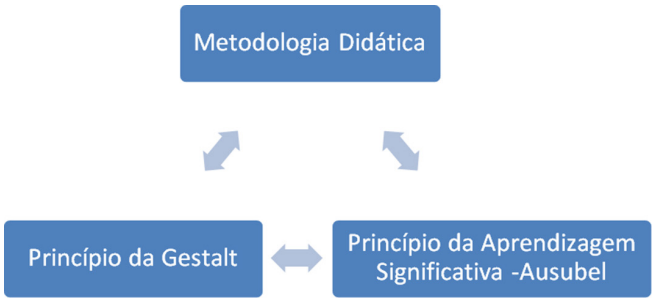
Introdução

Há uma reclamação recorrente em relação à memorização de nomes e termos biológicos que desmotiva e impede os estudantes de se aprofundarem na lógica da biologia. Tal condição gera uma situação complexa para a educação, tendo em vista que o entendimento aprofundado é o que encanta e seduz os estudantes gostarem das ciências. Quando dizemos um termo biológico como angiosperma, por exemplo, nesta simples palavra estamos comunicando que nos referimos a uma planta que possui, flor, fruto, reprodução com fecundação dupla e diferenciada, ovário peculiar que dá origem a fruto e semente e muitas outras informações que são comunicadas, quase que instantaneamente, nesta esta única palavra.

Pedagogicamente já se percebeu a necessidade de abordagens didáticas diferenciadas para se ensinar a nomenclatura biológica. Podemos observar investidas didáticas que se tornaram famosas no meio estudantil como músicas adaptadas com letras que trazem os nomes e sequencias de eventos dos fenômenos biológicos que costumam ser muito apreciadas pelos alunos. No entanto, esse tipo de abordagem nem sempre permite um aprofundamento profícuo no entendimento do conteúdo da biologia, ficando o estudante restrito a uma condição memorística. Foi mediante essa percepção que foi criada e implementada a atividade didática proposta em cujo escopo pretendia tornar o conhecimento permanente e útil no entendimento e inserção na história de vida do aluno.

Partimos, pois, do pressuposto de que, brincadeiras significativas do passado do estudante e que fazem parte de sua história de vida, trazem um potencial que permite, a partir dela, uma montagem mais estrutural unido brincadeira e conhecimento. Percorre-se dessa forma, um caminho

que vai do contexto da brincadeira, para o contexto do conhecimento, mediante a configuração de uma "teia emocional", considerando a concepção de Wertheimer (1980). A esta "teia emocional", segue-se, portanto, a "teia cognitiva", proposta por Ausubel (1980), conformando assim o entrelaçamento, ou a integração de dois princípios importantes, senão duas grandes áreas da psicologia, associando os princípios da Gestalt, que atendem a área da psicologia experimental aos princípios da Aprendizagem Significativa, que atendem aos princípios da psicologia cognitiva, tendo a didática como elemento de interconexão.



Esquema 01. Concepção triangular que inspirou o trabalho de pesquisa.
Fonte: Pesquisador, 2017.

Para pesquisar a tese proposta, adotou-se uma metodologia investigativa que contava com 4 momentos distintos (proposição; confecção; avaliação do jogo e execução; fechamento do jogo).

Pretende-se que, uma vez suprida a necessidade memorística, intrínseca ao estudo da biologia, ocorra uma apropriação mais ampla dos conceitos e suas peculiaridades integrando um "todo emocional e cognitivo".

Metodologia

A metodologia proposta atuou em duas linhas distintas: uma relacionada à técnica didática sugerida e aos procedimentos adotados com a turma para a execução da atividade e outra mais ligada à apuração da pesquisa em si e que se utilizou das técnicas de observação participante, entrevistas, fotos e outros recursos para o registro dos dados. A amostragem contou com três turmas de Ensino Médio Técnico de uma Instituição Federal. Foram submetidas a essa didática, portanto, cerca de 120 estudantes com idade em sua maioria de 15 anos do período matutino no ano de 2017.

A primeira parte da pesquisa contou com quatro momentos distintos, quais sejam:

1º momento: Proposição - Recriação de um jogo que quase a totalidade dos estudantes conheciam e fazia parte do imaginário e lembrança, deles, enquanto crianças. O artefato tinha 4 cores se alternavam em quatro pontos diferentes de um papel. A cada cor estava associada uma característica humana, sendo algumas boas e outras ruins. A grande maioria lembrou quase instantaneamente do referido jogo, pois o conheciam desde pequeninos. Foi proposta a substituição das cores por nomes de fenômenos biológicos e as características humanas pelos significados biológicos desses nomes. Foi retirada a relação do bom ou ruim.

2º momento: Confecção - O material a ser usado para a confecção se compunha basicamente de folhas e canetas coloridas, ou símbolos, proporcionando versatilidade para a confecção do artefato.

3º momento: avaliação do jogo e execução - Confeccionados os jogos individuais o professor (pesquisador) avaliou um a um os jogos confeccionados nos quesitos capricho na confecção e precisão do conceito atribuído ao termo biológico.

4º momento: Fechamento do jogo – Ao se testar o jogo na prática, percebeu-se a demanda dos alunos de se fazer uma pequena competição ao estilo "mata-mata", ou seja, quem vencia na disputa em dupla, seguia para competir com outro colega vencedor de outra disputa. Essa organização partiu deles sem intervenção docente e pareceu motivar e dar vazão ao espírito competitivo dos jovens, levando a uma participação mais coletiva e entusiasta. Notou-se também a ausência de exclusão, pois quem perdia procurava outros adversários que pudessem derrotar se redimindo.

Estudantes sugeriram a formação de dois grandes times que iam se enfrentando até se chegar ao grande vencedor, mediante a regra de que, "perdeu está fora, ganhou segue na disputa".

A segunda parte da pesquisa diz respeito aos registros anotados em caderno de campo, fotos, bem como da observação participativa da proposição em si, além de entrevistas abertas com os protagonistas da atividade e representantes do setor pedagógico da escola, considerando que a entrevista '[...] é uma forma de interação social. Mais especificamente, é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação" (Gil, 2008, p.109). A entrevista foi complementada pela técnica de observação participante que segundo Correia (2009), permite "[...] um contato direto, frequente e prolongado do investigador, com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa" (Correia, 1999, p.31).

A combinação dessas técnicas permitiu uma investigação processual, na qual os dados afluíram naturalmente no âmbito da pesquisa e que serão apresentados nos resultados.

Resultados

Percebeu-se já nos primeiros momentos da atividade interesse e "bom clima" no desenvolvimento das ações, não raro desenvolvidas em grupos de estudantes e com o complemento da Internet via telefone, o que representava de imediato um ganho importante para as aulas em termos de pesquisa estudantil e extrapolação de ideias. Destaca-se que os estudantes iam se lembrando, durante as atividades, de momentos e partes de sua vida em que haviam brincado com o dispositivo que ora buscavam configurar.

O conteúdo de biologia foi delimitado para a realização da tarefa, de forma que os estudantes criaram os jogos com liberdade no modelo e na inventividade que achavam melhor, para os temas existentes em capítulo específico do livro de biologia (cada um possuía um livro didático), evidenciando esmero em variadas formas de confecção.

Visualizou-se que a maioria dos alunos que sabiam construir melhor o brinquedo e procuravam ensinar àqueles que tinham algum tipo de dificuldade, gerando uma condição de cumplicidade que ajudou a tornar as atividades agradáveis com maior interação e sensação de pertencimento entre os colegas.

Depois de uma avaliação docente dos artefatos produzidos, foram feitas duplas e os alunos jogaram, alterando as duplas a cada 2 minutos, com bastante dinamismo na execução e grande volume de conteúdo abordado em pouco tempo. Depois os estudantes foram se organizando e propondo outras formas coletivas de se jogar.

Percebeu-se que ao jogo correspondia um papel como de "organizador prévio" da aprendizagem significativa, conforme Ausubel (1980), tendo em vista que o estudante escolhe assuntos de que já conhece e que vão proporcionando gradativamente a integração do conhecimento na hierarquia experiencial do aluno.

Na segunda parte da pesquisa, no que tange ao registro da observação da proposição em si, percebeu-se um imediato interesse pela melhor pesquisa, ou seja, aquela que permitia a escolha por eles de termos biológicos com maior grau de interesse e afinidade, cujo significado preci-

sava ser sintetizado em poucas linhas para o jogo. Isto porque, mesmo assuntos extensos em biologia precisavam integrar explicações que coubessem em pequeno espaço de papel no dispositivo confeccionado. Por ser um jogo simples se sentiam confiantes para investir no capricho da confecção. Houveram também inovações no sentido do tamanho dos jogos confeccionados e símbolos usados.

Foto 1. Exemplo de artefato confeccionado.
Fonte: Pesquisa, 2017.

Em entrevista com representantes do Núcleo de Assistência Estudantil (NAE) foi afirmado que *"Muito interessante tudo isso. Os meninos, mesmo os mais difíceis se mostravam extremamente socializados nessa atividade. Pode-se notar que o ensino não precisa estar limitado as paredes da sala de aula. O professor foi esperto permitindo que saíssem de sala para jogar do jeito deles, também fora de sala de aula".*

Ao entrevistarmos alguns estudantes elegemos três falas que acreditamos representar o que sentiram com a atividade Fala1*"Muito legal. Ganhamos pontos brincando. Faça sempre isso."* Fala2 *"Jogo de criancinha. Você acha que a gente é criança? Risos. Mas até que foi legal!"* Fala 3 *"Decorei coisas em biologia sem saber que estava decorando agora consigo conversar sobre isso".*

Como se pode denotar pelas entrevistas realizadas, foi boa a aceitação da atividade. Perceberam-se atitudes e manifestações dos estudantes que remetiam favoravelmente aos conceitos pedagógicos de inclusão, socialização e respeito às regras, apropriação de termos e conceitos em biologia, responsabilidade ao prazo estipulado e esmero na confecção do artefato.

Discussão

Na concepção de Ausubel (1980) existe um processo psicológico cognitivo em que a aprendizagem segue toda uma estruturação específica até se tornar significativa. Na concepção de Ausubel

> É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo ("saber") que envolve a interação entre ideias "logicamente" (culturalmente) significativas, ideias anteriores ("ancoradas") relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz [...]. (Ausubel, 2000, p.4).

A pesquisa avalia o uso da atividade didática para atingir individualmente os estudantes e se relacionar significativamente com algum período da sua vida. Atividades didaticamente direcionadas devem gerar idiossincrasias capazes de proporcionar uma integração do conhecimento na estrutura geral do sujeito configurando um caminho peculiar em que o conhecimento, enquanto

parte, se junta à estrutura totalizada da ciência. Estabelece-se, pois, uma relação interior que pode ser afeita a linha Gestalt, ao gerar um sentimento de pertencimento e criar condições para uma relação mais emocional com os conteúdos. Isso ao mesmo tempo em que se insere em uma estrutura formativa do conhecimento defendida por Ausubel (1980) como aprendizagem significativa, por integrar conhecimentos anteriores do aluno e que influenciaram certamente em sua escolha no que tange ao tema a ser trabalhado.

Na concepção de Fraccaroli (1952) os estímulos são percebidos de maneira peculiar e configuram constantes, cuja demonstração pode se dar por meio de exemplificações sob a forma de imagens visuais e figuras geométricas, conformando padrões, fatores, princípios ou leis de organização da forma perceptual. Tais padrões/símbolos/cores podem ser materializados e percebidos nos jogos confeccionados.

A partir dessa concepção formada e projetada nos símbolos, cores, associada a familiaridade histórica do estudante com o jogo, agregada a rede cognitiva conceitual, temos, pois, a sobreposição de duas "redes" formativas, uma ligada a aprendizagem significativa e ou a Gestalt.

Conclusão

Existem duas redes de estruturação do conhecimento que se sobrepõe, sendo uma descrita por Ausubel (1980) e outra menos discutida no meio educacional, de ordem mais emocional, que pode ser vislumbrada ao se aprofundar nos princípios da Gestalt em que as partes vão se configurando, enquanto partes e dando sentido ao todo formativo. Para isso, *mister* se faz, "alcançar pontos" e experiências significativas dos estudantes e ressignificá-las, agregando a elas o conteúdo científico para que haja apropriação e inovação, configurando os conteúdos biológicos na estrutura psicoemocional do aprendiz.

Essa concepção amplia as possibilidades para o ensino e traz em si o componente intrínseco da criatividade que surge a partir da própria diversidade de entendimento proporcionado pela variabilidade de vida dos estudantes que a escola reúne e que se traduzem em sentimentos e entendimentos individualizados do aprendiz.

Existem, portanto, possibilidades no campo da didática, aliadas aos princípios psicológicos e pedagógicos que podem se fundamentar em aspectos da vida do "indivíduo estudante". Tais possibilidades didáticas, como a descrita nesse artigo, devidamente associadas a uma epistemologia que abranja em conjunto os aspectos psicológicos do estudante, podem ampliar o campo de atuação educacional e permitir uma aprendizagem mais profícua e significativa. Os conceitos adquiriram uma condição mais aprofundada, na medida em que ultrapassaram as necessidades efetivas de memorização, mesmo porque os temas trabalhados no jogo eram em momentos posteriores, também discutidos e ampliados, na medida em que eram expostos e debatidos os resultados do jogo proposto. Essa metodologia permitiu que fosse vislumbrada uma rede de associação e a estruturação do conhecimento diferenciada.

Conclui-se, portanto, que existem procedimentos e possibilidades didáticas que trazem em si o potencial para associar o passado e trajetória dos estudantes ao ensino, seguindo tanto a linha da psicologia experimental contida na Gestalt, quanto na psicologia cognitiva, presente na concepção da Aprendizagem Significativa e que podem nortear outras atividades desse tipo e corresponder a uma alternativa fundamentada e valiosa para o ensino das ciências.

É proveitoso, portanto, mediante um processo de anamnese, obedecendo-se a conjugação entre a epistemologia da Aprendizagem Significativa e da Gestalt a configuração de um perfil estudantil que oriente na seleção de atividades/jogos, que pertençam a um passado comum destes estudantes e que fundamente a criação de uma conexão entre o "jogo" escolhido e os conceitos científicos que se pretende consolidar na estrutura cognitiva/emocional.

Referências

Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Helen, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Correia, M.C.B. (2009). A Observação Participante enquanto técnica de investigação. *Rev. Pensar Enfermagem*, Lisboa, v.13, n.02, p.30-36, ago/dez.

Fraccaroli, C. (1952). *A percepção da forma e sua relação com o fenômeno artístico: o problema visto através da Gestalt (psicologia da forma)*. São Paulo: USP. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Gil, A.C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social***.** São Paulo: Atlas.

Wertheimer, M. (1982). *Productive thinking*. Chicago: University of Chicago Press.

Anotaciones sobre videos. Un recurso TIC para el diseño de actividades innovadoras de Educación Ambiental en la formación inicial del profesorado

Mª del Carmen Acebal Expósito, Vito Brero Peinado y J. Antonio Rueda

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

mcacebal@uma.es

Resumen:

Este trabajo surge de los Proyectos de Innovación Educativa (PIE) de la Universidad de Málaga (UMA), PIE 17-043, continuación del PIE 15-141, y PIE 17-062 a fin de favorecer el desarrollo de competencias científicas en el ámbito de la Educación Ambiental. A partir del análisis de las propuestas didácticas desarrolladas en los trabajos de grupos de profesores en formación inicial (PFI) se detectaron una serie de dificultades para identificar problemas ambientales y carencias didácticas para diseñar actividades innovadoras TIC. En el marco de una propuesta global constituida por cinco fases: 1) de intervención en el rol de alumno; y de 2) valoración, 3) diseño, 4) implementación y 5) evaluación desde el rol de PFI. En este trabajo nos centramos en el diseño de una actividad tipo para las dos primeras fases, de inmersión en las tareas de la actividad y de evaluación de su eficacia educativa.

Palabras clave: Profesorado en Formación inicial; Educación Ambiental; Recursos TIC.

Introducción

La innovación docente en la Universidad de Málaga está reconocida como una herramienta importante para avanzar hacia la excelencia en la docencia universitaria. Así, la realización de Proyectos de Innovación Educativa (PIE) constituye una actividad consolidada. En ese contexto se incluyen los PIE 17-043 "La Educación Ambiental en la formación docente universitaria", continuación del PIE 15-141 del mismo nombre, y el PIE 17-062 "Formación inicial del profesorado para el desarrollo de competencias científicas y profesionales mediante el uso de e-rubricas, anotaciones sobre vídeos, realidad aumentada y herramientas de gamificación".

Este trabajo da continuidad y profundiza la línea de investigación del Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales que se relaciona con la enseñanza y evaluación de las competencias del profesorado en formación inicial (Acebal et al., 2012; Rueda et al., 2017) y su formación para la reflexión sobre la práctica (España et al., 2014; Blanco et al., 2015).

Justificación

En la actualidad se está produciendo un avance significativo en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la formación inicial del profesorado ampliándose el número de estas herramientas utilizadas, como es el caso de las anotaciones sobre vídeos OVA (Open Video Annotation) (Cebrián et al., 2007), e indagando formas de trabajar con el profesorado en formación inicial del Máster de Profesorado de Educación Secundaria (MAES) para favorecer el uso de esas herramientas TIC en el desarrollo de competencias científicas.

Existen numerosas experiencias de utilización de estos recursos y de las ventajas de su buen uso didáctico (Bryan y Recesso, 2006; Marques y Reis, 2017), y su utilidad como modelo innovador para alcanzar las competencias científicas (Cebrián et al., 2014). El propósito que se plantea en este trabajo es integrar estas herramientas TIC con el desarrollo de competencias docentes y, también, aportar ideas acerca de cómo formar al profesorado para que sea capaz en su futura práctica profesional de llevar a cabo dicha integración, especialmente en el ámbito de la Educación Ambiental.

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) tienen cada vez mayor presencia en el ámbito educativo. De forma general, su papel en la educación puede verse como una competencia en sí misma y en ese sentido, se incluye en los currículos actuales la competencia digital que "implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad" (MEC, 2015, p.6995).

En ese sentido, la integración de las TIC en el aula dependerá de "la capacidad de los docentes para estructurar el ambiente de aprendizaje de forma no tradicional, fusionar las TIC con nuevas pedagogías y fomentar clases dinámicas en el plano social, estimulando la interacción cooperativa, el aprendizaje colaborativo y el trabajo en grupo" (UNESCO, 2008, p. 7).

De acuerdo con Gutiérrez y Prendes (2011) el desarrollo de estas competencias docentes implica considerar que se dividen en tres niveles de dominio que, siendo acumulativos (para conseguir cualquiera de ellos es necesario tener competencias del nivel de dominio anterior), configuran el "ideal" de competencias TIC que un docente debería tener: competencias relativas al dominio de las bases de conocimiento que fundamenta el uso de las TIC (nivel 1); competencias precisas para a) diseñar, b) implementar y c) evaluar acciones con TIC (nivel 2) y competencias pertinentes para que el profesor analice reflexiva y críticamente la acción realizada con TIC, ya sea de forma individual o en contextos colectivos (nivel 3).

Dado la gran variedad de herramientas y recursos TIC que se pueden utilizar en educación, y cuyo número aumenta de forma considerable día a día, no es posible en el marco actual de la formación inicial del profesorado abordar todos los que serían deseables. En este caso nos circunscribimos a las tecnologías del vídeo digital en sus diferentes formas de crear comentarios o "anotaciones" en el vídeo, que permiten interesantes oportunidades para analizar las prácticas docentes y desarrollar diferentes metodologías dentro del aula así como, favorecer el aprendizaje constructivista y colaborativo entre pares (Cebrián et al., 2015). Existen diferentes razones que hacen atractivo el uso de los vídeos y las anotaciones en educación en general y para todas las áreas de conocimiento. Hay competencias que necesariamente requieren para su análisis evidencias multimedia, especialmente en aquellos procesos difíciles de replicar como es el caso de las problemáticas ambientales posibilitando su acceso y manejo en el aula.

A partir de un proyecto de colaboración en el que se puso a prueba un nuevo sistema de anotaciones en vídeo (https://gteavirtual.org/ova/) –OVA–, herramienta creada para integrar esta funcionalidad del video a la plataforma de edX (Harvard University) y permitir mayor interactividad a las lecturas de los usuarios de cursos MOOC (Vázquez y Sarasola, 2013), se han abierto nuevas posibilidades de actividades en clase con el uso de las anotaciones en vídeos. Este sistema es el adoptado para el diseño y realización de la actividad tipo usada en este trabajo.

Una tarea habitual en la práctica docente, que supone una especial dificultad para el PFI, es seleccionar, diseñar y/o rediseñar los materiales didácticos que van a utilizar en el aula (Davis, 2006; Jaen y Banet, 2003; Pro et al., 2000). Por tanto, para evolucionar profesionalmente es fundamental implicarse en tareas de desarrollo y evaluación de materiales didácticos (Beyer y Davis, 2011).

Para favorecer el desarrollo de competencias científicas en el ámbito de la Educación Ambiental, Acebal et al. (2017) han percibido la dificultad que presentan los futuros formadores para identi-

ficar y poner de manifiesto la posesión de habilidades científicas y didácticas que consideramos necesarias para actuar como educadores ambientales, a la vista del análisis de las respuestas de los profesores en formación, se plantean una serie de orientaciones sobre las que insistir en su programa formativo. De tal modo se recomienda hacer explícitos los objetivos y competencias en cada actividad diseñada de la propuesta educativa, incluyendo las dimensiones cognitiva, actitudinal, afectiva y conativa de la conciencia ambiental. Además, dejar manifiestamente expresado y fundamentado el contenido ambiental; por su parte la metodología recomendada es aquella que permita un aprendizaje significativo y propicie una autoevaluación gratificante por el alumnado. En cuanto al tipo de actividades educativas ambientales se recomienda generar actividades innovadoras, como es el caso de OVA.

Metodología

En concordancia con las orientaciones metodológicas descritas anteriormente para el diseño de actividades de Educación Ambiental, la propuesta global, en la que se enmarca este trabajo, comprende cinco fases: en la primera se dan dos momentos, el diseño de la actividad, que supone la selección por parte de los investigadores de un video sobre un problema ambiental socialmente relevante y la definición de las tareas de anotaciones a realizar, así como su resolución por los PFI, que asumen el papel de estudiantes de educación secundaria . En la segunda fase, tras la experiencia vivida, los PFI evalúan las fortalezas y debilidades de la actividad, destacando los beneficios educativos que, desde su punto de vista, encuentran a las anotaciones a videos. La tercera fase supone el diseño de una nueva actividad similar, por parte de los PFI, con elección del video y definición de las tareas. La siguiente fase, cuarta, se lleva a cabo en la asignatura "Prácticas Externas", y en ella se implementa la nueva actividad diseñada por los PFI. La última fase de evaluación se da en dos vertientes, una de coevaluación y otra de autoevaluación.

La muestra está constituida por el alumnado de las especialidades de Biología y Geología del MAES, un total de 34 (21 alumnas y 13 alumnos), la actividad se llevará a cabo en la asignatura de "Diseño y desarrollo de programaciones y actividades formativas" y en las "Prácticas Externas".

Diseño de la actividad

Con objeto de poner en práctica una herramienta TIC que propicie una actividad innovadora con un adecuado uso didáctico (Bryan y Recesso, 2006; Marques y Reis, 2017), se diseña para la primera fase del estudio una actividad que consta de varios momentos, en el primero se seleccionó un video referente a una problemática ambiental representativa, del entorno próximo al alumnado. Se trata de un video de youtube sobre las praderas de Posidonias en el mar de Alborán, especie protegida en riesgo de desaparecer.

https://www.youtube.com/watch?v=1WJyGaHN5oI&t=82s

Figura1. Imágenes ilustrativas del video "Conoce la Posidonia"

En un segundo momento se definieron las tareas a realizar por el PFI en el rol de alumnado de Educación Secundaria. Se concreta en una serie de preguntas con cuyas respuestas deben crear las etiquetas o anotaciones al video a partir de las orientaciones indicadas:

Anota en el video los momentos a los que se refieren las siguientes preguntas.

- Identifica los seres vivos del ecosistema. Tags (etiquetas): vegetales algas, vegetales no algas, peces, molusco, crustáceo…
- Identifica las funciones de la Posidonia en el ecosistema. Tags (etiquetas): función ambiental, función ecológica…
- Identifica las causas que ponen en peligro de extinción a la Posidonia. Tags (etiquetas): causas
- Identifica las medidas de protección, recuperación… de la Posidonia. Tags (etiquetas): protección, recuperación…

En la segunda fase los PFI, ya en el papel de docentes, deben realizar las siguientes tareas:

Identifica, diferencia y anota:

- contenidos que se abordan en el video.
- competencias cuyo desarrollo se favorece en el video.
- contexto y/o materia en los que se podrían incluir esos contenidos y competencias.

Valora desde el punto de vista educativo las ventajas e inconvenientes de las anotaciones a videos como recurso docente.

Proyección futura

En este trabajo se ha explicitado el diseño de la actividad “anotaciones a video” para el desarrollo de las dos primeras fases del estudio global, quedando para futuras investigaciones las fases de valoración, diseño, implementación y evaluación.

En la fase de valoración los PFI realmente harán una evaluación inicial de la actividad, lo que es una acción fundamental e imprescindible (Beyer y Davis, 2011).

En la práctica docente lo más frecuente es que los profesores seleccionen textos y actividades concretas elaborados por otros profesionales docentes y que los incorporen y utilicen en el desarrollo de sus clases, adaptándolos a sus ideas y creencias científicas, pedagógicas y didácticas (Cañal, 2000). Esta acción la realizarán los PFI en la fases de diseño e implementación de una nueva actividad de anotaciones a video.

La fase de evaluación de la actividad diseñada se dará en dos vertientes: la coevaluación por parte del resto de PFI del máster y la autoevaluación tras la implementación en las Prácticas Externas, ambas se realizarán con alguna herramienta TIC Corrubric (Cebrián et al., 2014).

Nota

Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria” (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Referencias bibliográficas

Acebal, M. del C.; Brero; V.; Rueda, J.A.; Martin, C. (2017). Orientaciones metodológicas para potenciar la Educación Ambiental en la formación docente. ESERA17 Conference. Dublin. Irlanda.

Acebal, M. Del C.; Brero; V.; España, E. (2012). Autoevaluación de competencias en asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Máster en Profesorado de Secundaria. En Castiñeiras, J.M. (ed.). XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela.

Beyer, C.J. y Davis, E.A. (2011). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers´pedagogical content knowledge. *Science education, 96 (1), 130-157.*

Blanco, A.; España, E. y Franco, A.J. (2015). Estrategias para mejorar la reflexión sobre la práctica de los estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria. IV Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria. Vigo (España), 25-27 de junio.

Bryan, L. A., y Recesso, A. (2006). Promoting reflection among science student teachers using a web-based video analysis tool. *Journal of Computing in Teacher Education, 23(1), 31-39.*

Cañal, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica de aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En J.F. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (209-237). Alcoy: Marfil.

Cebrián, M., Raposo, M. y Accino, J. (2007). Formative evaluation tools within European Space of Higher Education (ESHE): e-Portfolio and e-rubric. EUNIS Conference. Greenoble.

Cebrián, D.; Serrano-Angulo, J., y Cebrián, M. (2014). Federated eRubric service to facilitate self-regulated learning in the European University Model. *European Educational Research Journal, 13(5), 575-583.*

Cebrián, D.; Cebrián, M. y Monedero, J.J. (2015). *Study of video annotation in external practices of university learning.* Budapest: European Educational Research Association.

Davis, E. A. (2006). Preservice elementary teachers' critique of instructional materials for science. *Science Education, 90, 348–375.*

Gutiérrez, I. y Prendes, M.P. (2011). Modelo de análisis de las competencias TIC del profesorado universitario. En Roig Vila, R. & Laneve, C. (Eds.). *La práctica educativa en la sociedad de la información. Innovación a través de la investigación.* (pp. 187-200). Alcoy - Brescia: Marfil & La Scuola Editrice.

Jaén, M. y Banet, E. (2003). Formación inicial del profesorado de secundaria: Dificultades para aprender a planificar y desarrollar las actividades de enseñanza en las aulas de secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 17 (1), 51-78*. Recuperado de http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1241538124.pdf

Marques, A. R., y Reis, P. (2017). Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14 (1), 215-226.*

LIFE (2009). Conoce la Posidonia. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=1WJyGaHN5oI&t=82s

MEC (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. BOE nº 25, de 29 de enero de 2015.

Pro, A., Saura, O. y Sánchez, G. (2000). ¿Qué actividades de enseñanza utilizan los profesores en formación inicial y en ejercicio cuando planifican unidades didácticas de ciencias? Investigación en la Escuela, 40, 23-37. Recuperado de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/40/R40_2.pdf.

Rueda, J., Blanco, A., España, E. y Brero, V. (2017). La selección de actividades por profesorado de ciencias en formación inicial. Influencia de una propuesta formativa. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado.* En edición.

UNESCO (2008). Estándares de competencias en TIC para docentes. Recuperado de http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf.

Vázquez, E.L. y Sarasola, J.L. (2013). *La expansión del conocimiento en abierto: Los MOOC*. Barcelona: Octaedro.

La Realidad Aumentada y las Ciencias Experimentales: diseño de actividades para el aula de Educación Secundaria

Inés Torres Payá[1,2], Eugenia García García[2*] y Manuela Caballero Armenta[2]

[2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid y Colegio Base de Madrid[1]

*euggarci@ucm.es

Resumen:

Las aplicaciones de Realidad Aumentada se están convirtiendo en una herramienta de gran utilidad para trabajar diferentes contenidos del currículo, tanto en Educación Primaria como Secundaria y también en la formación universitaria. En este trabajo se presenta una serie de actividades de Ciencias Experimentales diseñadas para realizarse utilizando aplicaciones como Layar o Aurasma, a las que se puede acceder mediante el uso de dispositivos móviles e incluso enlazarse a un campus virtual para su seguimiento y evaluación. En estas actividades se crean y reconocen contenidos científicos y didácticos utilizando imágenes a las que se asocian diferentes recursos como claves dicotómicas, banco de imágenes, páginas web, blogs, vídeos o audios. La experiencia llevada a cabo con estudiantes de Educación Secundaria arroja resultados muy prometedores.

Palabras clave: Realidad Aumentada, TIC, Ciencias Experimentales, Aula de Secundaria.

Introducción y Marco Teórico

El uso de las nuevas tecnologías es un hecho consumado en Educación. Internet y la tecnología de la información, con especial referencia a los dispositivos y aplicaciones móviles, han tenido un crecimiento exponencial sin precedentes en los últimos años (Carracedo y Martínez, 2012). Internet es una herramienta más que complementa recursos didácticos tradicionales como el libro de texto (Plasencia, 2001) o que, incluso, puede llegar a sustituirlos por lo que hay que prestar atención al cambio metodológico que requieren los diseños docentes que utilizan este medio como canal de formación e información (Adell, 2013). Las TIC en Educación conllevan el riesgo de centrarse excesivamente en la mera búsqueda de información en Internet pero no hay que olvidar que ofrecen muchas posibilidades didácticas de gran interés (Zambrana, 2015).

Entre esas nuevas herramientas, hoy disponemos de otros recursos como la Realidad Aumentada (en adelante RA), que ya se utiliza en la enseñanza (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe, 2007). Para Prendes (2015), la RA es una prometedora tecnología, ya presente en muchas aulas, que puede ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La RA facilita la comprensión de fenómenos complejos mediante la integración de información generada por ordenador en el mundo real (Carracedo y Martínez, 2012). El campo de la Educación debe analizar las potencialidades didácticas de la RA y de los códigos QR y experimentar nuevas metodologías capaces de incrementar el interés y la implicación de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje (Meritxell, Ferrés, Cornellà y Codina, 2012). La RA se presenta como una de las tendencias de

uso que se impondrán y que tendrán una presencia significativa en los aspectos relacionados con la formación (Cabero y García, 2015). El informe "*The 2011 Horizon Report*" (Johnson, Smith, Levine y Haywood, 2011) plantea que una de las tecnologías emergentes en educación será la RA y que las metodologías que se adopten en los centros educativos tendrán un papel crucial en su desarrollo e implantación. El impacto de la RA como tecnología integrada en la sociedad adquiere una dimensión centrada en la transformación sensorial y en sus implicaciones culturales (Vian, 2009).

Existen varias aplicaciones que permiten utilizar la Realidad Aumentada. Una de ellas es Layar (https://www.layar.com) que, fundada en Ámsterdam en 2009 y de uso gratuito aunque por tiempo limitado, combina mediante capas de información elementos virtuales con el entorno físico gracias a la utilización del GPS, la brújula digital, la cámara y la conexión permanente a Internet. Una capa de información es un conjunto de indicaciones virtuales con contenido añadido que funcionan como etiquetas inteligentes o vínculos. Instituciones como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) utilizan la RA en sus programas y grupos de Educación aplicaciones de RA en forma de juegos que involucren a los estudiantes de Educación Secundaria en situaciones en las que se mezclan el mundo real y la información que aparece en sus dispositivos móviles. En Europa hay proyectos que diseñan y desarrollan aplicaciones de RA para ser utilizadas en el campo de la Educación como CONNECT, CREATE y ARiSE, basadas en presentaciones 3D y con un carácter facilitador de la comprensión de todas las materias del currículo, en especial las Ciencias. Una de las aplicaciones más conocidas de RA utilizada en Educación es el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda y destaca por brindar al alumnado la lectura de un libro a través de un visualizador de mano, apareciendo en las páginas reales contenidos virtuales.

La Realidad Aumentada se diferencia de la Realidad Virtual en que la primera superpone una realidad visual, creada tecnológicamente, a la realidad material del mundo físico haciendo que el usuario perciba la suma de ambas, mientras que en la segunda el usuario se aísla de la realidad material para ubicarse en un entorno exclusivamente virtual. La RA define la visión de un entorno del mundo real a través de un dispositivo tecnológico, combinándose elementos físicos tangibles con elementos virtuales y permitiendo crear una realidad mixta en tiempo real gracias. La RA facilita a los estudiantes la manipulación de objetos virtuales a través de marcadores como si se tratase de objetos reales, realizando estas operaciones de forma natural e intuitiva, sin ningún tipo de hardware adicional que medie en la relación alumno-dispositivo (Fracchial, Alonso y Martins, 2015).

Objetivos

Emplear nuevas TIC como la RA en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales en el aula de Educación Secundaria como recurso de aprendizaje motivador para el alumno.

Diseñar actividades específicas para el uso de aplicaciones de RA dirigidas a profesorado y alumnado.

Descripción de las actividades

Las actividades que se presentan constituyen una herramienta para el reconocimiento e identificación de distintas entidades de carácter biológico y geológico, cuyo estudio se incluye en el currículum escolar y en los planes de estudio de la Educación Secundaria de la Comunidad de Madrid. Así, se puede trabajar con minerales, rocas, células, y con todo tipo de seres vegetales o animales. El alumnado que accede a ellas ha de seguir unos pasos que describimos a continuación:

1.- El estudiante debe acceder con sus claves al **Campus Virtual** de la asignatura. El profesor habrá subido las imágenes con las que se va a trabajar y que deben ser identificadas.

2.- El estudiante habrá descargado previamente en su dispositivo smartphone o tablet la **aplicación Layar,** que le permitirá escanear la imagen para continuar con el proceso ya que se trata de una realidad aumentada basada en el reconocimiento de formas, concretamente de imágenes.

3.- Una vez escaneada la imagen, en su dispositivo se abre una **pantalla** con diferentes capas de información (Fig. 1) sobre el objeto a identificar que permiten conocer sus propiedades y características así como ampliar datos.

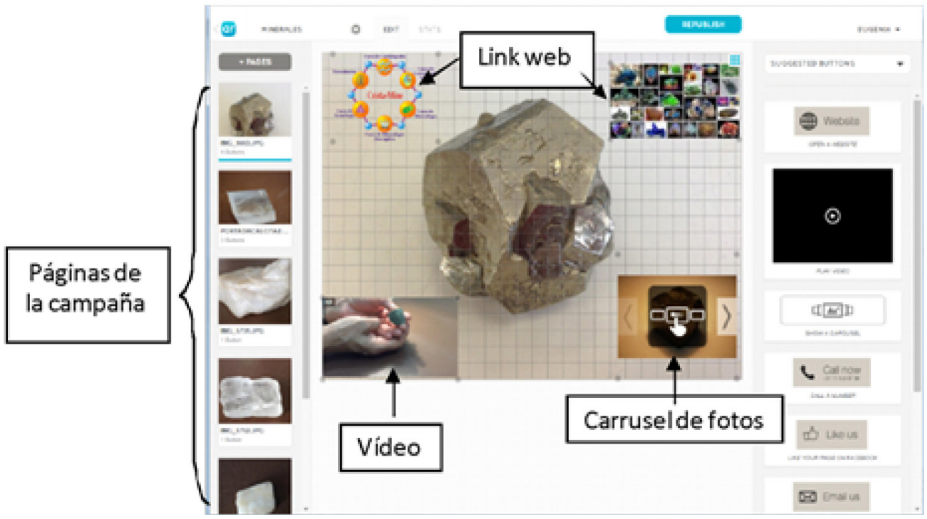


Figura 1.- Ejemplo de pantalla con capas de información cuando se trabaja en Layar. La imagen que se vería una vez escaneada sería la de la parte central.

4.- El estudiante debe consultar las diferentes **capas de información,** que podrían ser las siguientes:

4.1.- Vídeo demostrativo de alguna de las propiedades o características del objeto. Por ejemplo, si se trata de un mineral, sobre su dureza, transparencia, brillo, color, reacción al HCl, etc.

4.2.- Carrusel de fotos con el fin de mostrar otros ejemplos del objeto o de alguna de sus variedades o alguna otra propiedad como por ejemplo la diafanidad o el brillo.

4.3.- Enlace a una web de referencia que contiene información y herramientas que permiten continuar con la identificación. Por ejemplo, la web diseñada al efecto "*Reconocimiento de Minerales*"(https://itorres08.wixsite.com/misitio-2) (Fig. 2) contiene los siguientes apartados: varias claves de identificación para que el usuario utilice la que prefiera; ficha individualizada en la que se recogen las propiedades del mineral que se quiere identificar; usos del mismo y yacimientos de los que se extrae; colección de recursos didácticos que amplían información y claves dicotómicas.

5.- Por último, el estudiante cumplimentará un cuestionario que el profesor habrá subido previamente al Campus Virtual y que le permitirá constatar que el estudiante ha utilizado todas las herramientas a su disposición para llegar a la identificación y que ha consultado aquella información adicional que le ayudará a tener un conocimiento más amplio. Puede incluir preguntas abiertas como por ejemplo: *el mineral de la imagen 3 del carrusel ¿qué tipo de brillo muestra?* o preguntas de respuesta múltiple como: *¿con qué se raya el mineral 1?: 1. con la uña, 2. con un punzón, 3. no se raya con nada, 4. con un porta de vidrio.*

También existe la posibilidad de trabajar con la RA siendo los propios alumnos los que elaboren los recursos a incorporar en Layar. De este modo lo que ellos aprenden se comparte con el profesor y los demás compañeros.

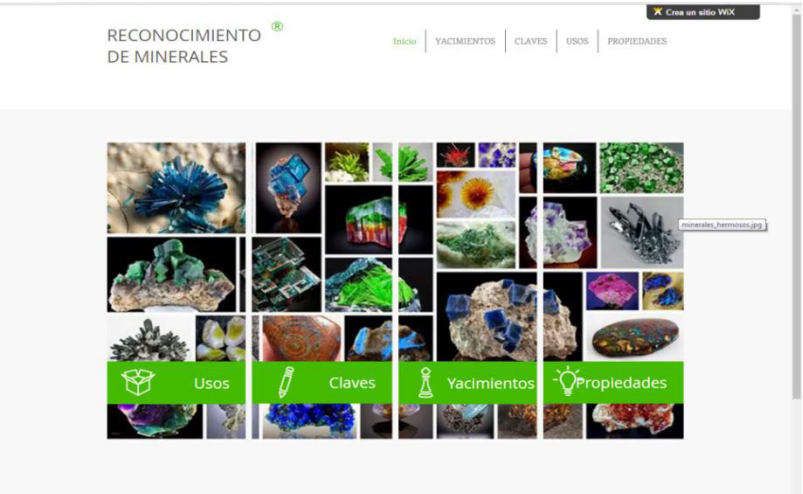


Figura 2.- Ejemplo de web de referencia. "*Reconocimiento de Minerales*"

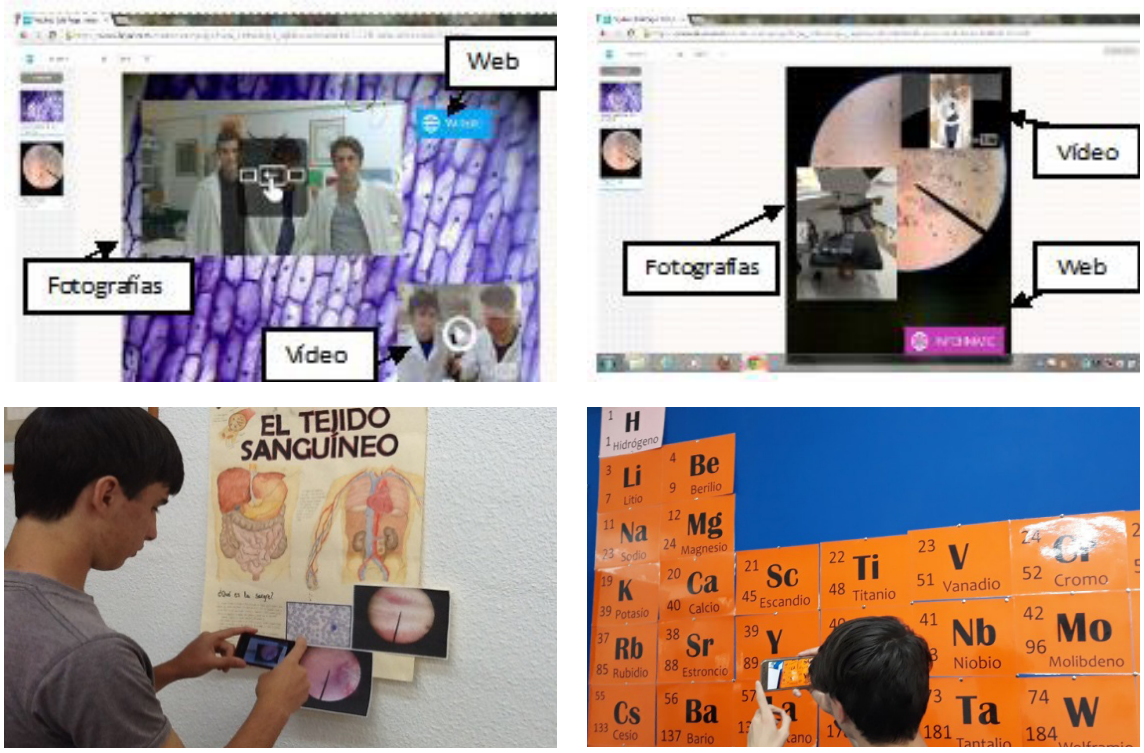


Figura 3.- Arriba: imágenes de las capas de información (vídeos, web y fotografías) realizadas por los alumnos, a la izquierda de las células vegetales y a la derecha de células animales (sanguíneas). Debajo: imágenes de alumnos escaneando la imagen detonante con un móvil.

A continuación se describen algunas actividades llevadas a cabo por el alumnado de Educación Secundaria:

1. **Recursos minerales a nuestro alrededor**. Cada grupo de estudiantes ha de buscar información sobre los recursos minerales necesarios para fabricar las cosas que nos rodean en un lugar determinado: baño, cocina, aula, parque, cafetería, etc. Elaboran materiales (vídeos, blogs…) que asociarán en Layar a la imagen "detonante" que será subida al Campus Virtual para compartir con sus compañeros. Los propios alumnos realizan además un cuestionario para evaluar lo que han aprendido otros viendo su trabajo.
2. **El conocimiento de las células.** Obtención de diferentes tipos de células, animales y vegetales, y visualización al microscopio. Los estudiantes hacen un vídeo mientras realizan la práctica, explicando los pasos que se siguen en dicha experimentación y también toman fotografías de las observaciones microscópicas. Ambas cosas, vídeo y fotos son enlazadas a la imagen elegida para escanear, enlazando también la información recogida en diversas fuentes y ordenada en un blog o página web (Fig. 3).
3. **Elementos de la Tabla Periódica.** Se realiza una Tabla Periódica de los elementos y se cuelga en una pared del centro. La imagen de cada elemento de la Tabla podrá ser escaneada con los dispositivos móviles y a ella los estudiantes habrán asociado información ordenada en yacimientos, propiedades, usos, etc. para cada elemento. Además, se deberán resolver preguntas interactivas –kahoot (https://kahoot.com/) asociado al elemento químico– con la información que aparece al escanear el elemento y esto podrá servir como evaluación (Fig. 3).

Referencias

Adell, J. (2013). Pedagogía 2.0. En Hernández, J., Penéis, M., Sobrino, D, y Vázquez A. (coords.) *Experiencias educativas en las aulas del siglo XXI.* Barcelona: Ariel.

ARiSE Project. Augmented Reality in School Environments. Recuperado de: http://www.ariseproject.org/

Basogain, M., Olabe, K., Espinosa, C. Rouèche y Olabe, J.C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente.* Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU Bilbao, Spain . Recuperado de: http://files.trendsandissues.webnode.com/200000010-3884839004/educamadrid-2007.pdf

Cabero, J. y García, F. (2015). Realidad aumentada: Tecnología para la formación. Madrid: Síntesis.

Carracedo, J., Martínez, C.L. (2012). Realidad Aumentada: una alternativa metodológica en la Educación Primaria nicaragüense. IEEE-RITA Vol. 7, Núm. 2, May 2012. Recuperado de: http://rita.det.uvigo.es/201205/uploads/IEEE-RITA.2012.V7.N2.A9.pdf

CONNECT Project. Recuperado de: http://www.connect-project.net/

CREATE Project: Constructivist Mixed Reality for Design, Education, and Cultural Heritage. Recuperado de: http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Create/

Fracchial, C., Alonso, A. y Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* N°16, 7-15.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., y Haywood, K., (2011). The 2011 Horizon Report. The New Media Consortium. Austin, Texas. Recuperado el 1 de marzo 2017 de: http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2011.pdf

Layar: Augmented Reality. Recuperado de: https://www.layar.com/

Magic Book. The Human Interface Technology Laboratory New Zealand (HIT Lab NZ), University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. Magic Book y otros proyectos. Recuperado de: http://www.hitlabnz.org/route.php?r=prj-list

Massachusetts Institute of Technology (MIT). Handheld Augmented Reality Simulations. Recuperado de: http://education.mit.edu/ar/

Meritxell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. En Hernández, J., Penéis, M., Sobrino, D. y Vázquez, A. (coords.) *Tendencias emergentes en educación con TIC* 135-157. Barcelona: Espiral.

Plasencia, A. (2001). Los instrumentos fósiles para la transmisión del conocimiento: educación literaria frente a contraeducación audiovisual. *Revista de Educación*, número extraordinario, 157-167.

Prendes, C. (2015). Realidad Aumentada y Educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Nº 46. Enero 2015. ISSN: 1133-8482. e-ISSN: 2171-7966. doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12

Vian, K. (2009). Blended Reality: Superstructing Reality, Superstructing Selves. Recuperado el 7 de marzo de 2017 de: http://www.iftf.org/node/2598

Zambrana, C. (2015). *Análisis de páginas web para el estudio de la Educación Ambiental en Educación Primaria. Evaluación con una herramienta basada en la metodología multicriterio*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Aprendizaje del concepto de volumen de líquido desplazado en la inmersión de un sólido en alumnado de tercero de ESO

Rafael Palacios-Díaz[1] y Ana M. Criado[2]

[1]Departamento de Física y Química. IES Hipatia. Mairena del Aljarafe. Sevilla. España.
Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.
rapadies@yahoo.es

[2]Departamento de Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.
acriado@us.es

Resumen:

En este trabajo se muestra el diseño, implementación y evaluación de una actividad, (dentro de una propuesta de enseñanza más amplia), que ayude al alumnado de secundaria obligatoria a asimilar la dependencia del volumen desplazado por un sólido inmerso totalmente en un líquido. La propuesta de enseñanza está fundamentada en la metodología por investigación dirigida y aplicada a alumnado de tercer curso de ESO (14-15 años). Tras el desarrollo y análisis de la propuesta, los resultados revelan una mejora significativa entre las respuestas del pretest y las del postest.

Palabras clave: volumen desplazado; inmersión; investigación

Introducción

La importancia que tiene el estudio de propiedades elementales de la materia (como la masa, el volumen y la densidad) desde un punto de vista académico radica, entre otras cosas, en la necesidad de su uso para explicar la flotabilidad relativa de dos líquidos o el principio de Arquímedes, y muchas otras cuestiones de nivel cualitativo y cuantitativo. Para estar en condiciones de entender el principio de Arquímedes es un requisito previo la asimilación de que el volumen de fluido desplazado por un sólido en inmersión depende sólo del volumen de éste. Es decir, descartar otras variables que el alumnado, dejándose llevar por su intuición, suele considerar y que interferirán en la aplicación de dicho principio.

Investigaciones sobre las ideas de estudiantes (entre 14 y 16 años) relativas a la conservación del volumen, arrojan que este alumnado no es capaz de predecir esta igualdad volumétrica (Mazzitelli, Maturano, Núñez y Pereira, 2006). Así, Fernández (1987) llegó a las siguientes conclusiones en su trabajo para estudiantes de edades similares a los de nuestro estudio:

- Un número alto de estudiantes no relacionó, en absoluto, el volumen de líquido desplazado por el sólido con el volumen de éste.

-Para muchos estudiantes existía una relación entre el peso, o la masa del sólido, y el volumen de líquido desalojado.

Recientemente, podemos encontrar resultados muy similares al respecto. Palacios-Díaz y Criado (2016) estudiaron las concepciones de estudiantes de 14-15 años respecto a las variables que influyen en el volumen que desplaza un cuerpo cuando se sumerge en un líquido. En el trabajo

se les solicita que piensen sobre situaciones en las que se incluye una representación gráfica, con el objetivo de ayudar a imaginar la respuesta adecuada. Entre las concepciones que surgieron, destacan:

- Razonan que será aquel cuerpo con mayor peso o masa el que desborde del recipiente una mayor cantidad de agua.

- Creen que el volumen desplazado se ve afectado si los cuerpos se sumergen a distinta profundidad.

Se concluye, por tanto, que los alumnos encuestados no tienen los conocimientos base previos necesarios para poder enfrentarse a otros conceptos nuevos, como el empuje que experimenta un sólido cuando se sumerge en un líquido. Estos resultados convergen con los obtenidos por Fernández (1987). La persistencia de las ideas de los alumnos a este respecto justifica que se deba prestar más atención a la enseñanza de los conceptos de masa y volumen. Pero, además de volver a centrar la atención en dichos conceptos básicos, es necesario un cambio en la metodología de enseñanza utilizada por parte del profesorado.

A pesar de que está bien descrito el obstáculo que poseen los estudiantes en la literatura citada, los libros de texto actuales de secundaria siguen sin asegurarse de que esté resuelto. Ello se detecta cuando no lo hacen antes de proponer, por ejemplo, la recurrente experiencia de la piedra y la probeta para medir el volumen de la piedra. De ahí que sea necesario probar si es posible modificar esta idea mediante un modelo alternativo a la enseñanza tradicional, basado en la indagación y experimentación en el aula y que incentive la participación del alumnado en las clases de ciencias.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de aplicar una enseñanza por indagación que sea capaz de mejorar, en estudiantes de tercero de ESO (14-15 años), sus conocimientos sobre la dependencia del volumen desalojado por un sólido inmerso totalmente en un líquido.

Metodología

Muestra

Se realizó un estudio cuasiexperimental con una muestra 49 estudiantes de tercero de ESO (20 alumnos y 29 alumnas) de un IES de la provincia de Sevilla, situado en una zona de nivel cultural medio. La muestra carece de alumnado absentista y que necesite algún tipo de adaptación curricular.

Estrategia didáctica

De forma general y, basándonos en el trabajo de Carrascosa (1995) para el diseño de actividades prácticas, se proponen dos actividades que comienzan con una situación problemática de interés a partir de la cual los estudiantes emiten hipótesis de partida. A continuación deben pensar en algún método que les lleve a la comprobación de estas hipótesis, obteniendo datos y conclusiones. En último lugar, comunican sus averiguaciones al resto de compañeros (Criado y García-Carmona, 2010).

La función del profesor durante todo el desarrollo de las actividades es intervenir para conducir a la respuesta más adecuada, abriendo un debate de discusión, y dar paso a la siguiente pregunta del estudio del fenómeno (Gómez e Insausti, 2005).

El alumnado trabaja en pequeños grupos, de los que derivan informes colectivos. Estos grupos están formados por tres componentes procurando que haya un componente de rendimiento

alto, otro de rendimiento medio y, un tercero, de rendimiento bajo. Por otro lado, se consulta a los estudiantes el grado de afinidad que tienen con sus compañeros de grupo, para evitar posibles conflictos.

Materiales diseñados para el desarrollo de las actividades

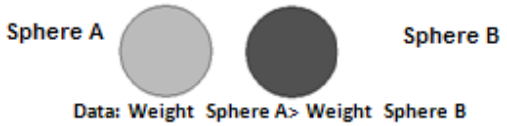
Los materiales para recoger datos del trabajo de los estudiantes se basan en los utilizados por Sánchez y Valcárcel (1993):

- Hoja de trabajo, en las que se presentan a los estudiantes los enunciados de las actividades a resolver. Los enunciados contienen indicadores para ayudar a responder a las preguntas planteadas, orientación de los materiales que pueden usar y preguntas que hay responder.

Una peculiaridad de la presentación de las actividades es que están redactadas en inglés. Esta característica se justifica por ser la Física y Química de tercer curso en este centro una materia perteneciente a la modalidad bilingüe. Asimismo, con el objetivo que el idioma no se convirtiera en un impedimento a la hora de interpretar el problema, el profesor ejerció de guía en este proceso.

En la tabla 1 se presentan los enunciados de las actividades diseñadas para la problemática del volumen desplazado.

Tabla 1. Actividades incluidas en la hoja de trabajo para los estudiantes

Activity 1: How can you measure irregular solid volumes?
We have a small piece of iron and an egg. You have to estimate which one of the two objects will displace a greater volume of liquid when they are immersed in water. Then, you have to test it experimentally following the teacher's instructions.
Activity 2: What sphere will displace a greater volume of liquid?
First, write down which one of these two spheres you think will displace a greater volume of liquid when they are immersed in the water in a beaker.    Second, we will test your hypothesis by immersing each of the two spheres in two identical beakers with the same amount of water.

Elaborada una primera versión de las actividades propuestas, la validación de las mismas fue realizada por parte de dos profesores del Departamento de Física y Química del IES donde se aplicó la misma (validación de expertos).

- Hojas de resultados, sobre las que los estudiantes escriben las respuestas. Es decir, reflejan sus hipótesis iniciales individuales y grupales, el trabajo desarrollado por cada miembro del grupo, las conclusiones obtenidas por el grupo y la contrastación de estas conclusiones con sus hipótesis iniciales y con las conclusiones de cada uno de los grupos.

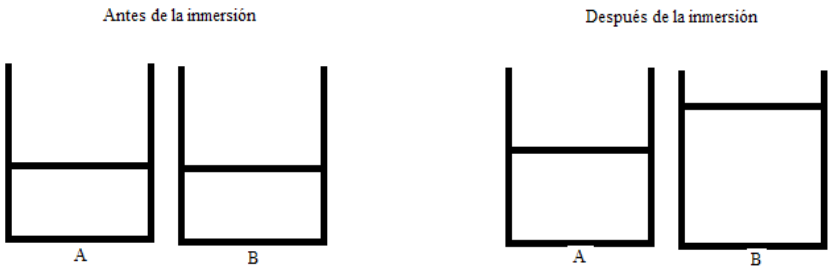
Instrumento de recogida de información

Recogida de información individual

Para la recogida de información individual que nos ayude a evaluar el conocimiento general de los estudiantes sobre el volumen desplazado por un sólido al sumergirse totalmente en un

líquido; se diseñó una actividad que debieron responder tanto antes como dos semanas después, de la aplicación de la propuesta (figura 1).

Un huevo y un trozo de hierro se sumergen en dos recipientes A y B que contienen la misma cantidad de agua. El huevo tiene mayor volumen que el trozo de hierro pero su masa es menor. El nivel de agua antes y después de la inmersión se muestra en la figura. Indica cómo sabes dónde se introdujo el huevo y dónde el trozo de hierro. Razona tu respuesta



Adaptado de Benlloch (1984), citado en Bullejos y Sampedro (1990)

Figura 1. Actividad propuesta para el diagnóstico inicial y la evaluación final individual

La validación de esta actividad fue realizada por los mismos jueces que revisaron la propuesta de actividades.

Recogida de información grupal

Igualmente, se elaboraron dos registros para completar la información sobre el conocimiento general adquirido y, además, estudiar la adquisición de contenidos procedimentales (identificación del problema, formulación de hipótesis, medidas de magnitudes, utilización de técnicas básicas de laboratorio, realización de cálculos matemáticos y establecimiento de conclusiones) y actitudinales (valoración y contrastación de la información, orden y limpieza en el trabajo y colaboración con la dinámica de la clase). Los registros a los que nos referimos son los siguientes:

- Hojas de resultados, entregadas por los pequeños grupos tras finalizar la sesión. En esta hoja los estudiantes reflejaban los siguientes aspectos:

  › Estimación sobre la solución del problema planteado de cada uno de los componentes del grupo, así como si habían llegado a un acuerdo común en caso de disparidad.

  › Procedimientos seguidos para la comprobación de estas estimaciones.

  › Conclusiones obtenidas de forma grupal tras la experiencia.

- Anotaciones sobre la observación en el aula antes, durante y tras la entrada de los estudiantes a la misma.

Instrumentos de análisis de la información

Relacionados con la información individual antes y después de la enseñanza

El instrumento para el análisis de las respuestas ofrecidas por los estudiantes está estructurado por una serie de descriptores dando lugar a una matriz de valoración (tabla 2).

La estrategia seguida para la elaboración de estas matrices está inspirada en el trabajo realizado por Pérez Buendía (2013). Para mejorar la fiabilidad de este instrumento, el contenido de las categorías fue revisado en un proceso intrajuez y consensuado definitivamente por acuerdo interjueces, en los casos de duda.

Tabla 2. Matriz de valoración para el análisis de la respuestas pre-postest

Niveles			
0	**1**	**2**	**3**
No contesta. Asigna los recipientes erróneamente en función de la diferencia de masa de los objetos.	La respuesta es correcta, pero el razonamiento es totalmente incorrecto o no aparece.	La respuesta es correcta, pero el razonamiento presenta errores debido a la mala interpretación de la pregunta (el huevo no se sumerge totalmente).	Asigna cada objeto al recipiente correcto, indicando que el volumen de líquido desplazado coincide con el volumen de cada objeto.

Para el análisis de los resultados se utilizó la prueba de Wilcoxon para concluir si la propuesta ha sido total o parcialmente efectiva. También consideramos preciso conocer el grado de efectividad de la misma (magnitud del efecto). Para ello, utilizamos el coeficiente de correlación biserial,

$$r\ (r = \frac{d}{\sqrt{d^2+4}}\ )$$

y la d de Cohen

$$(d = \frac{M2-M1}{\sqrt{\frac{DS2^2-DS1^2}{2}}})$$

M2 y M1 indican el promedio de los resultados obtenidos en el postest y el prestest, respectivamente. DS1 se refiere a la desviación estándar de los resultados del pretest y DS2 a la del postest (Valentine y Cooper, 2003). De esta forma: r≤ 0,10 (efecto pequeño); r= entre 0,11 y 0,30 (efecto medio); r=entre 0,31 y 0,50 (efecto grande); y, r> 0,50 (efecto muy grande). Relacionados con las hojas de resultados de actividades y observación en el aula

Para valorar el grado de adquisición de los contenidos procedimentales, hemos clasificado los niveles de adquisición de los procedimientos en cuatro categorías: 4 (posee la capacidad), 3 (la posee de forma intermedia), 2 (no la posee) y 1 (no interpretable). En el caso de las actitudes, consideramos suficiente clasificarlas según el siguiente criterio: 3 (posee la actitud), 2 (no la posee) y 1 (no interpretable). De forma análoga, también se diseñaron matrices de valoración.

Resultados

La idea que aparece con más frecuencia, tras el análisis de las respuestas en el pretest, es la que relaciona el volumen de líquido desalojado con el peso del sólido sumergido. Los resultados obtenidos en este pretest asignan un nivel de conocimiento promedio de los estudiantes de 1,5; evolucionando hasta un 2,3 tras la enseñanza. La prueba de Wilcoxon nos indica que la propuesta ha sido efectiva y el coeficiente r, con un valor de 0,30 nos revela un grado de efectividad medio, limitando con grande. En los procedimientos obtenemos: identificación del problema, 2,7; formulación de hipótesis, 3,2; medidas de magnitudes, 2,8; utilización de técnicas básicas de laboratorio, 2,9; realización de cálculos matemáticos, 3,2; y, establecimiento de conclusiones, 2,6. En cuanto a actitudes: valoración y contrastación de la información, 2,5; orden y limpieza en el trabajo, 2,8; y, colaboración con la dinámica de la clase, 2,8.

Conclusiones

Tras la aplicación de la propuesta, podemos concluir que los estudiantes diferencian, de forma significativa, la independencia de la masa con el volumen desplazado por un sólido cuando se

sumerge totalmente en un líquido. La generalidad de estudiantes responde que "el huevo desplaza mayor volumen y que la masa no tiene nada que ver con el volumen de líquido desplazado".

Además, hemos provocado en ellos el hábito de formular hipótesis, experimentar, establecer sus propias conclusiones y ser críticos, respetando las conclusiones de sus semejantes. También han aprendido a repartir y compartir tareas con sus compañeros. Finalmente, hemos intentado propiciar en ellos un aprendizaje significativo, en contra de la memorización mecánica a la que estaban acostumbrados hasta el momento.

Referencias bibliográficas

Bullejos de la Higuera, J. y Sampedro Villasán, C. (1990). Diferenciación de los conceptos de masa, volumen y densidad en alumnos de BUP, mediante estrategias de cambio conceptual y metodológico. *Enseñanza de las Ciencias, 8*(1), 31-36.

Carrascosa Alís, J. (1995). Trabajos prácticos de Física y Química como problemas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 5*, 67-76.

Criado, A. M. y García-Carmona. (2010). Prospective teachers' difficulties in interpreting elementary phenomena of electrostatic interactions: indicators of the status of their intuitive ideas. *International Journal of Science Education, 32*(6), 769-805.

Fernández Fernández, J. M. (1987). Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre la estática de fluidos en alumnos del 2º curso del BUP. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 27-32

Gómez García, J. A. e Insausti Tuñón, M. J. (2005). Un modelo para la enseñanza de las ciencias: análisis de datos y resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4*(3).

Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G. y Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3*(1), 33-50.

Palacios-Díaz, R. y Criado, A.M. (2016). Explicaciones acerca de fenómenos relacionados con el volumen de líquido desplazado por un sólido en inmersión, con la densidad y con la flotación, en alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 230-247.

Pérez Buendía, C. (2013). *Los cinco reinos. Diseño de materiales utilizando las nuevas tecnologías y evaluación de aprendizaje* (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias, 11*(1), 33-44.

Valentine, J. C. y Cooper, H. (2003). *Effect size substantive interpretation guidelines: Issues in the interpretation of effect sizes.* Washington, Unites States: What Works Clearinghouse.

Uso de Sistemas de Respuesta Inmediata para explorar las ideas previas de los estudiantes universitarios sobre modelos de ondas

José Luis López Quintero, Alfonso Pontes Pedrajas y Marta Varo Martínez

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Córdoba

f92loquj@uco.es

Resumen:

Este trabajo describe una experiencia en la que se ha implementado una metodología interactiva, ligada al uso de Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI) en la enseñanza de la física a nivel universitario. Los contenidos de la asignatura se desarrollan en materiales didácticos disponibles en el aula virtual, de modo que en las clases se reduce el tiempo de exposición oral para poder realizar actividades de diferentes tipos, tales como explorar las ideas previas de los alumnos sobre física, analizar fenómenos o resolver problemas de forma interactiva. En este estudio se muestran algunos resultados de la experiencia relativos al análisis de las ideas previas del alumnado sobre las ondas y su propagación. Como aspecto relevante podemos destacar que el uso educativo de los SRI permite explorar las concepciones de los alumnos sobre el tema en poco tiempo y recoger datos cuantitativos sobre la frecuencia de cada una de las ideas involucradas en las diferentes cuestiones planteadas en clase.

Palabras clave: Enseñanza y Aprendizaje de la Física; Modelo de Onda; Ideas previas; Metodología interactiva; Sistemas de Respuesta Inmediata.

Introducción

Metodologías interactivas de enseñanza-aprendizaje

La educación científico-técnica universitaria presenta actualmente muchos problemas relacionados con el uso predominante del método tradicional de enseñanza, basado en la transmisión de conocimientos teóricos mediante clases magistrales, seguidas de ejercicios de aplicación de tales conocimientos. Esta metodología induce a los alumnos a adoptar un papel pasivo, favorece poco el interés de los estudiantes y produce altos niveles de fracaso académico en materias como la física o las matemáticas. Por ello los modelos educativos de corte transmisivo se vienen cuestionando en todo el mundo y se están formulando nuevas propuestas didácticas orientadas a fomentar el uso de recursos TIC (tecnologías de la información y comunicación) y metodologías interactivas en el aula López-Quintero, Varo, Laguna y Pontes, 2016).

En este contexto de renovación didáctica de la educación científica universitaria se han introducido desde hace tiempo diversas metodologías innovadoras como *peer learning, just-in-time-teaching o flipped clasroom*, relacionadas con el enfoque denominado *interactive engagement* o "compromiso interactivo" (Hake, 1998). En este enfoque se integran diversos métodos educativos que tratan de favorecer la comunicación en el aula y el aprendizaje significativo, mediante la aplicación de estrategias innovadoras y recursos que propician una retroalimentación inmediata, a través del debate entre estudiantes y profesores. Estas metodologías interactivas se formu-

lan en contraposición a la enseñanza tradicional donde, además de la unidireccionalidad de la comunicación, se premia la resolución algorítmica de ejercicios y la repetición memorística de contenidos teóricos.

Entre las novedades introducidas en este enfoque educativo se encuentran algunas propuestas como destinar parte del horario lectivo a realizar pequeños debates guiados o discutir problemas cualitativos en grupo. La mayoría de estas metodologías hacen uso de las TIC, empleando recursos electrónicos tales como ordenadores y proyectores multimedia, plataformas virtuales, teléfonos móviles, etc. Entre estos recursos también se encuentran los Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI), basados en pequeños transmisores parecidos a mandos a distancia que permiten a cada estudiante responder de manera instantánea a preguntas de opción múltiple planteadas por el profesor (Chen, Whittinghill y Kadlowec, 2010; López-Quintero, Pontes y Varo, 2017). Para complementar a estos dispositivos es necesario un equipo informático capaz de recoger y almacenar las respuestas de los alumnos, la opción más frecuente es un ordenador portátil conectado a un proyector de vídeo, con una pequeña antena receptora conectada generalmente a un puerto USB.

En torno a esta temática varios estudios han concluido que las metodologías basadas en SRI aportan beneficios relevantes para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje (Berry, 2009; Chen et al., 2010; Bunce, Flens y Neiles, 2010; Varo, López-Quintero, Pontes y Otros, 2017). En el estudio llevado a cabo por Chen y otros autores (2010) se encontró que la retroalimentación inmediata que obtienen los alumnos en cada cuestión propicia un mejor entendimiento de los conceptos tratados en las preguntas. Otros autores recomiendan estas metodologías, centradas en el alumno, para incrementar el interés en clase, pues consideran que la atención de los alumnos no se mantiene constante durante la duración completa de las sesiones teóricas y, por ello, las interrupciones para realizar las preguntas dinamizan las clases (Bunce et al., 2010).

Otros estudios centrados en fomentar el protagonismo del alumnado en el aprendizaje han permitido evaluar las actitudes que presentan los estudiantes hacia este tipo de metodologías. Según un estudio, realizado por Prather y Brissenden (2009), los estudiantes opinan que estas metodologías fomentan el aprendizaje significativo y ayudan a mejorar sus resultados en los exámenes. En otro estudio, realizado por Hoekstra (2008), los estudiantes encuestados manifiestan que los SRI reducen la ansiedad relacionada con el aprendizaje de nuevos conceptos, debido al ambiente relajado que propician. Por su parte Berry (2009) encontró que los estudiantes prefieren una configuración donde las respuestas individuales se registran de forma anónima, porque así tienden a responder de manera sincera, en contraposición a las respuestas nominales que se registran en cuestionarios escritos o en debates públicos, porque muchos alumnos tienen miedo a responder de forma errónea o a someterse al juicio de sus compañeros.

Ideas previas y dificultades de aprendizaje sobre modelos de ondas

Las ondas y su propagación constituyen un tema importante de la física. A través del conocimiento de sus características generales se consigue explicar un amplio rango de fenómenos físicos relacionados con la vida cotidiana tales como el sonido o las propiedades de la luz. Asimismo, están ampliamente presentes en el mundo tecnológico a través de fenómenos tales como: vibraciones en materiales, telecomunicaciones etc. Por tal motivo su inclusión en los currículos de ingeniería está bien justificada, pero se sabe que los alumnos presentan dificultades para aprender de forma significativa los modelos teóricos que explican los fenómenos ondulatorios, presentando numerosas concepciones alternativas y notables deficiencias de aprendizaje (Welti, 2002; Periago, Pejuan, Jaen y Bohigas, 2009; Barniol y Zavala, 2017). Por ello, desde una perspectiva constructivista de la educación científica es importante incluir actividades que permitan a los alumnos explicitar sus ideas previas y modelos mentales sobre las ondas y su propagación, ya que tales actividades pueden servir de ayuda para captar la atención en torno a las explicaciones

del docente en aquellos aspectos de los modelos científicos donde existen mayores dificultades de aprendizaje (López-Quintero et al. 2017).

Algunas de las investigaciones sobre las ideas de los alumnos en esta temática muestran que los estudiantes de nivel superior presentan notables dificultades para interpretar y describir los mecanismos físicos asociados a la generación y propagación de ondas y la energía involucrada en estos procesos, debido a la falta de comprensión del modelo científico de onda (Welti, 2002). En otros estudios se ha observado que los estudiantes presentan dificultades para utilizar el modelo de onda al tratar de interpretar los fenómenos de interferencia y superposición de ondas (Wittmann, 2002). En relación con los modelos mentales de los alumnos sobre ondas también se ha detectado que los estudiantes establecen una especie de analogía entre un pulso de onda y un objeto físico como puede ser una pelota, de modo que asignan a las ondas propiedades mecánicas del movimiento de las partículas tales como masa o las relaciones entre fuerzas y velocidades (Periago et al., 2009). Estos hechos apuntan por una parte a la necesidad de conocer las concepciones previas de los estudiantes sobre ondas y a utilizar estrategias didácticas que favorezcan la progresión de sus ideas. En este estudio nos hemos centrado en la exploración de las concepciones previas de nuestros alumnos sobre este tema, utilizando los Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI) para poner de manifiesto y discutir en el aula algunas de las ideas alternativas más frecuentes.

Objetivos

Para favorecer el aprendizaje significativo en los diversos temas de física que se imparten en 1º curso de Ingeniería, venimos desarrollando en los últimos años un proyecto de innovación educativa basado en la implementación de metodologías interactivas y el uso combinado de recursos TIC (SRI y simulaciones) con preguntas conceptuales. Al utilizar los SRI en clase tratamos de fomentar la reflexión sobre los conceptos físicos y la implicación activa del alumnado en el proceso de aprendizaje desarrollado en el aula (Varo et al., 2017). Dentro del citado proyecto, la innovación aquí mostrada se ha centrado en el tema de ondas y ha seguido las siguientes fases:

I. Elaboración de un instrumento inicial para explorar las ideas previas de los alumnos sobre ondas. Para ello se analizaron las respuestas a cuestiones abiertas planteadas en clase el curso anterior y a partir de tales datos se diseñó un primer cuestionario cerrado (Test 1), integrado por 18 proposiciones del tipo “verdadero o falso” sobre las ondas y su propagación, que permitió detectar algunas concepciones alternativas relevantes y discutirlas en clase (López-Quintero et al., 2017).

II. Tras un análisis de frecuencias de las respuestas del Test 1 y un estudio de revisión bibliográfica sobre concepciones de los alumnos en esta temática se ha elaborado un nuevo cuestionario (Test 2), integrado por 12 cuestiones de opción múltiple, para complementar los datos sobre las ideas previas de nuestros alumnos que se han recogido en la fase anterior. En este estudio se muestran los resultados obtenidos en algunos de los ítems del citado cuestionario.

III. Al mismo tiempo se ha diseñado una batería complementaria de cuestiones de opción múltiple (Test 3), que se han utilizado en diversas clases del tema para introducir nuevos conceptos, abordar situaciones problemáticas y analizar la evolución conceptual que se va produciendo durante el desarrollo del tema de ondas en el aula.

En las diversas fases de este proyecto de innovación se han usado los SRI para favorecer la participación del alumnado y conocer sus ideas sobre cada cuestión en cada momento del proceso de aprendizaje, tanto en las clases de teoría como en clases de problemas. Por limitaciones de

espacio, en este trabajo sólo se muestran algunos resultados sobre las ideas previas de nuestros alumnos, recogidas en la 2ª fase mediante el Test 2 y los mandos del SRI al inicio del tema de ondas.

Metodología

En este estudio exploratorio han participado 33 estudiantes inscritos en la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería II de 1º curso del Grado de Ingeniería Eléctrica durante el año académico 2016/2017, con una edad media de 19,4 años, tales que el 9% son mujeres y el 91 % hombres. Los datos acerca de las ideas sobre ondas de los estudiantes se han recogido mediante el TEST 2, integrado por 12 cuestiones de opción múltiple con una opción correcta. Tales preguntas se han formulado, al iniciar el tema, dentro de una presentación multimedia y han sido respondidas por los estudiantes con los mandos a distancia del Sistema de Respuesta Inmediata (SRI) proporcionado por Turning Technologies. Este sistema va acompañado del software Turning Point, que permite recoger en una base de datos las respuestas de todos los participantes y mostrar en pantalla las frecuencias de cada opción de respuesta en las diferentes cuestiones, lo cual permite debatir en el aula aquellas cuestiones donde se detecta un mayor número de respuestas erróneas y concepciones alternativas (Varo et al., 2017).

Avance de resultados

Aunque se trata de una experiencia piloto sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema de ondas en 1º curso de ingeniería, esta innovación nos ha permitido recoger algunos resultados que muestran tendencias convergentes con los resultados de un estudio anterior realizado en la Fase I de este proyecto (López-Quintero et al., 2017). En la tabla 1 se muestran los resultados de tres preguntas del Test 2. En la cuestión Q2, sobre la noción de movimiento ondulatorio, apreciamos que sólo 2/7 de los sujetos encuestados afirman que las ondas no propagan materia, pero 1/4 de ellos cree que las ondas no propagan energía, mientras que 2/5 de ellos consideran que las ondas pueden propagar materia y energía dependiendo del tipo de onda.

Tabla 1. Resultados de algunas cuestiones del TEST II

Enunciados (* Opción correcta)	(%)
Q2. En relación al movimiento ondulatorio podemos afirmar que:	
a) No propaga ni materia ni energía, solo perturbaciones del medio	24,2
b) Puede propagar tanto materia como energía, dependiendo del tipo de onda	36,4
c) Solo las ondas que se mueven en fluidos (como el aire o el agua) pueden propagan materia	9,1
d) En las ondas no hay propagación de materia *	27,3
e) No sabe o no contesta	3,0
Q5. Cuando una onda longitudinal se propaga por un medio, una partícula del medio:	
a) Permanece fija	9,1
b) Se mueve en una dirección que forma un ángulo recto con la dirección de propagación	15,2
c) Se mueve hacia delante y hacia atrás en la línea de propagación *	36,4
d) Se mueve hacia delante en la dirección de propagación	33,3
e) No sabe o no contesta	6,1
Q9. Cuando dos ondas procedentes de diferentes focos coinciden en un punto del espacio:	
a) La amplitud total no aumenta nunca porque la energía siempre se conserva	30,3
b) La vibración es el resultado de la suma de las vibraciones de ambas *	24,2
c) Se produce siempre un aumento en la vibración resultante	15,2
d) Las respuestas (a) y (b) son correctas.	9,1
e) No sabe o no contesta	21,2

En la cuestión Q5, relacionada con el movimiento de una partícula en un medio material donde se propaga una onda longitudinal, tres de cada ocho participantes identifican la opción correcta al considerar que la partícula se mueve hacia delante y hacia atrás en la línea de propagación, pero un tercio de ellos piensan que la partícula se mueve solo hacia delante en la dirección de propagación de la onda y otros porcentajes menores presentan ideas alternativas de menor relevancia como que la partícula no se ve afectada por la onda (permanece fija) o creen que se mueve en una dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda (confusión con onda transversal).

Por último, en la cuestión Q9, al indagar sobre la naturaleza de las interferencias de dos ondas en una determinada región del espacio, observamos que algo menos de una cuarta parte de los participantes cree correctamente que la vibración es el resultado de la suma de vibraciones de ambas, como consecuencia del principio de superposición. Por el contrario, tres de cada diez alumnos piensan que la amplitud total de dos ondas que se encuentran en un punto no puede aumentar nunca, argumentando que esto es debido a que la energía siempre se conserva. También apreciamos que algo más de una quinta parte de los alumnos no responden y una cuarta parte de ellos apuntan ideas confusas sobre el tema (opciones c y d).

Conclusiones

En este trabajo se presentan algunos resultados procedentes de una experiencia sobre enseñanza y aprendizaje del tema de ondas, en una asignatura de 1º curso de Ingeniería, donde hemos usado una metodología interactiva y el recurso SRI para explorar las ideas de los estudiantes sobre conceptos físicos y poder trabajar con tales ideas en las clases de teoría y problemas (Varo et al., 2017). Algunos resultados obtenidos son convergentes con otros estudios sobre las ideas de los alumnos en esta temática (Welti, 2002), ya que muchos estudiantes no tienen claro el modelo de onda longitudinal, otros consideran las ondas como movimientos que transportan materia en su desplazamiento y hay muchos alumnos que presentan ideas alternativas o confusas acerca de diversos fenómenos ondulatorios tales como las interferencias (Wittmann, 2002; Periago 2009).

Conviene recordar que se trata de un estudio piloto, correspondiente a la segunda fase de un proyecto educativo más amplio, donde ha participado una muestra reducida de alumnos y no se pueden generalizar las conclusiones. Pero tras la experiencia docente creemos que los SRI constituyen un recurso TIC eficaz para trabajar con las ideas de los alumnos sobre ondas y debatir en clase las concepciones alternativas más extendidas, que pueden actuar como obstáculos para el aprendizaje significativo de este tema. También observamos que el uso de SRI en clase favorece la participación y motivación del alumnado por el aprendizaje de la física (Bunce et al., 2010; López-Quintero et al., 2016). En una fase posterior de este proyecto trataremos de demostrar que el uso educativo de los SRI, combinado con una metodología interactiva, contribuye a la progresión de las ideas de los estudiantes y a mejorar el rendimiento académico.

Ayudas: El desarrollo de este estudio se ha llevado a cabo en el marco del Proyecto de I+D+i EDU2017-82518-P (2017-2021), denominado “IMPLICACION DE LOS ESTUDIANTES EN PRACTICAS REFLEXIVAS DE MODELIZACION EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS”

Referencias bibliográficas

Barniol, P. y Zavala, G. (2017). The Mechanical Waves Conceptual Survey: An Analysis of University Students' Performance and Recommendations for Instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 13* (3), 929-952.

Berry, J. (2009). Technology support in nursing education: clickers in the classroom. *Nursing Education Perspectives*, *30* (5), 295–298.

Bunce, D. M., Flens, E. A. y Neiles, K. Y. (2010). How Long Can Students Pay Attention in Class? A Study of Student Attention Decline Using Clickers. *Journal of Chemical Education*, *87* (12), 1438–1443. DOI: 10.1021/ed100409p

Chen, J. C., Whittinghill, D. C. y Kadlowec, J. A. (2010). Classes that click: Fast, rich feedback to enhance student learning and satisfaction. *Journal of Engineering Education*, *99* (2), 159–168. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2010.tb01052.x

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66* (1), 64-74.

Hoekstra, A. (2008). Vibrant student voices: Exploring effects of the use of clickers in large college courses. *Learning, Media, & Technology*, *33* (4), 329–341. DOI: 10.1080/17439880802497081

López-Quintero, J.L., Varo, M., Laguna, A.M. y Pontes, A. (2016). Opinions on "Classroom Response System" by first-year engineering students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *228,* 183-189. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.07.027

López-Quintero, J.L., Pontes, A y Varo, M. (2017). Elaboración de un cuestionario para la detección de concepciones alternativas mediante Sistemas de Respuesta Inmediata. *EdunovaTic 2017* (pp. 250-257). Madrid: Adaya Press.

Periago, C., Pejuan, A., Jaen, X. y Bohigas, X. (2009). Misconceptions about the propagation of sound waves. En *EAEEIE Annual Conference*, 2009 (pp. 1-6).

Prather, E.E. y Brissenden, G. (2009). Clickers as Data Gathering Tools and Students' Attitudes, Motivations, and Beliefs on Their Use in this Application. *Astronomy Education Review*, *8* (1), 010103–1

Welti, R. (2002). Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias,* 20 (2), 261-270

Wittmann, M. C. (2002). The object coordination class applied to wave pulses: Analysing student reasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, *24* (1), 97-118. DOI: 10.1080/09500690110066944

Varo, M, López-Quintero, J.L., Pontes, A., Muñoz, D., Pérez, P. y Muñoz J. (2017). Los sistemas de respuesta interactiva para el fomento de la competencia de razonamiento científico en los estudiantes de ingeniería. *Revista de innovación y buenas prácticas docentes, 1* (1), 51-56. https://doi.org/10.21071/ripadoc.v1i0

El podcast, valoración de su uso como una acción de aula motivadora hacia el estudio de las Ciencias Naturales en alumnos del Grado de Educación Primaria

Mª Victoria Vega Agapito

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
EUM Fray Luis de León, adscrita a la UCAV

victoria.vega@frayluis.com

Resumen:

Presentamos cómo la realización de podcast por parte de alumnos del Grado de Magisterio en Educación Primaria puede resultar un recurso didáctico útil, para estimular hacia el estudio de las Ciencias Naturales en dichos alumnos. Tras ver la falta de motivación hacia las Ciencias Naturales, se decidió realizar la grabación de programas de radio en formato podcast, generándose las propuestas para responder a una pregunta científica, o presentar a un científico. Para valorar la validez del uso del podcast como recurso didáctico, se trató de evaluar si los alumnos se habían visto efectivamente motivados a través de un cuestionario y se revisó y comparó las notas en Ciencias Naturales habiéndose realizado o no los podcasts. Con los resultados obtenidos en ambos, se puede afirmar que los alumnos sí se vieron motivados al realizar los podcasts hacia el estudio de las Ciencias Naturales.

Palabras clave: podcast; acción didáctica; ciencias naturales; motivación.

1. Introducción

El maestro de Primaria para poder ejercer su acción docente, primero deberá dominar las materias a impartir. Entre las materias troncales están las Ciencias Naturales (a partir de ahora CCNN), considerándose que su nivel de alfabetización científica tiene que ser alto y estar además complementado con conocimientos metodológicos y de didáctica específica. Entre otros, Shulman (1987) nos habla de la necesidad de dominar un conocimiento de la materia y un conocimiento pedagógico de la materia por parte de los futuros profesionales de la enseñanza.

Durante los estudios del Grado de Maestro en Educación Primaria (a partir de ahora GMEP) se busca que los futuros maestros, adquieran todos estos aspectos en su máximo nivel, pero no siempre esto es así. Las razones para esta afirmación las podemos encontrar en varios aspectos, el nivel de estudios con el que llegan al GMEP, los estudios de origen de los cuales provienen y la nota de corte de las distintas universidades que ofrecen estudios de GMEP.

Así, estudios como el de Verdugo (2017), demuestran que el nivel en CCNN, con el cual llegan los estudiantes al GMEP no es el mejor y aunque aumentan sus conocimientos durante el transcurso del Grado, como señala el propio autor, no alcanzan siempre los valores óptimos deseables (2017).

Por otra parte, la mayoría de los estudiantes de Magisterio, proceden de Bachilleratos no científicos, como Ciencias Sociales y Humanidades o Arte. Según Camina y Salvador (2007) supone un 61%, lo cual condiciona que la última vez que cursaron asignaturas de CCNN fuera en su mayoría en 3º de la ESO.

Además, existe la circunstancia, según datos extraídos de 91 webs de universidades públicas y privadas, que imparten docencia en GMEP de forma presencial, que en relación a la nota de corte: un 64,8 % de ellas no la aplican o especifican un 5; un 9,9 % tienen entre 5,01-7,0; un 12,1 % exigen entre 7,01-8,0; un 8,8 % entre 8,01 % piden entre 8,01-9,0 y únicamente un 4,4 % demandan más de 9,01. Esta poca exigencia en las notas de corte, produce que no sean los alumnos con mejores notas los que opten por los GMEP.

Todo esto, conlleva, que si el estudiante de Magisterio no llega con un nivel muy alto en CCNN y tiene una percepción de que son materias muy difíciles, tendrá una escasa motivación hacia estas materias. Por eso, es fundamental ofrecer a los estudiantes del GMEP acciones de aula más didácticas y enfocadas a lo que será su trabajo profesional en el futuro en materias como CCNN.

Aunque ha existido cierta controversia sobre la relación entre motivación y aprendizaje, y autores como Ausubel, (1981, citado por Polanco,2005) han afirmado que la motivación no era necesaria para el aprendizaje, podemos afirmar, que el estudiante sí se ve impulsado por la motivación, como indican Pintrich y Schunk en 2006 (citados por Boza y Toscano, 2012). Ya que, si se encuentra en ese estado presta más atención, pregunta, repasa lo enseñado, resuelve problemas y realiza todas aquellas actividades de las materias que vea que le facilitan su aprendizaje.

Sin embargo, cuando no existe motivación, hay un mayor absentismo escolar, se repite curso y se producen menos egresados (Colmenares y Delgado, 2008)

Para la motivación de los estudiantes del GMEP, deberíamos usar metodologías activas, ya que la ausencia de motivación suele estar asociada a estilos de educación pasivos (Rama, citado por Colmenares y Delgado, 2008).

Entre las posibles metodologías activas, en nuestra Universidad nos hemos centrado en el uso de la radio grabada en formato podcast, ya que la radio es una herramienta didáctica válida como proponen Blanco, Gómez y Paniagua (2007) y el podcast puede ser aplicado en la enseñanza universitaria (Ballester, Vicente y Ruano, 2013).

Cuando los alumnos del GMEP dominen esta metodología, podrán plantearse el usarla con sus alumnos de Educación Primaria en su futuro como docentes, ya que la radio es un recurso didáctico apropiado en el aula de Primaria (Melgarejo y Rodríguez, 2013).

2. Metodología

2.1. Contexto del estudio y participantes

La población de estudiantes que participaron en esta acción educativa y en su posterior valoración, fueron 35 alumnos del GMEP, todos ellos españoles y pertenecientes a los cursos de segundo y tercero y que cursaban la asignatura CCNN y su didáctica I o II durante los cursos 15/16, 16/17 y 17/18, con una edad de 19-22 años en su mayoría (79 %).

En cuanto a la distribución por géneros, un 29 % de la muestra fueron hombres y un 71 % mujeres. Dentro de los hombres, un 43 % habían estudiado Bachillerato de Ciencias, un 43 % venían de Humanidades y Sociales y un 14 % de Arte; cambiando la situación en las mujeres que habían estudiado en un 23 % el Bachillerato de Ciencias, un 70 % el de Humanidades y un 6 % de Arte.

2.2. Diseño del estudio

En anotaciones realizadas durante el curso 2014/15 en el diario del profesor, se consignaba: “los alumnos se han mostrados desmotivados, por qué la asignatura se les ha dado casi siempre de un modo teórico y ellos han tenido una posición pasiva”, “cuando se les menciona las TIC y su posible uso en la enseñanza universitaria se muestran interesados”. De hecho, esto condicionó la puesta en marcha de un blog para llevar a cabo una investigación en grupo (investigación

consignada en https://eltiempoenlahamburguesa.blogspot.com.es/). Tras la buena recepción del proyecto se decide plantear para el curso siguiente la realización de un programa de radio en formato podcast. Así se planteó en el curso 2015/16 una acción educativa de aula que se continuó los cursos 2016/17 y 2017/18, tratando de evaluarla al final de cada curso.

2.2.1. Desarrollo de la acción educativa

Durante la acción educativa, primero los alumnos en gran grupo cada curso, pusieron el nombre a la emisora y al programa de radio, seleccionando la que iba a ser su sintonía para homogeneizar la presentación.

Los episodios respondieron a dos formatos, una pregunta real, relativa al campo de las CCNN, realizada por un niño de Primaria (cursos 2015/16 y 2016/17); o la presentación de un científico relevante con un formato de entrevista (curso 2017/18). Tras la elección del tema concreto de cada episodio, se elaboró un texto en forma de guion radiofónico, respetando el formato usual de un programa de radio, con publicidad, música y diferentes secciones junto con el módulo científico central. A través de la elaboración de este documento, los alumnos trabajaron las competencias y conocimientos propios de la asignatura de una forma activa.

A continuación, se grabaron los programas usando ordenador, auriculares y micrófonos junto con un software gratuito (Audacity), editando posteriormente la grabación. Cada semana se escuchaba en clase el correspondiente programa grabado y cada episodio se integró dentro de un blog con formato podcast, para permitir su acceso posterior por parte de los alumnos cuando ellos quisieran y su utilización como recurso didáctico.

2.2.2. Valoración de la acción educativa

Tras finalizar cada curso académico, para evaluar la validez de la metodología se pidió responder a los alumnos participantes, a una encuesta (Tabla 1).

Esto se vio complementado con la revisión de las notas de la asignatura de CCNN, comparando el número de suspensos entre cursos en los cuales se había realizado la acción educativa y en los que no.

Tabla 1. Descripción de la encuesta de evaluación usada por los alumnos

Bloque de preguntas	**Número de la pregunta y tipo**	**Descripción de la/s pregunta/s**
Datos sociométricos:	a-f	Género, edad, curso, tipo bachillerato estudiado, nacionalidad
Cuestionario de evaluación	Preguntas de la 1-6, se respondían según una escala de Likert de 5 puntos (1-nada, 2-poco, 3-regular, 4-bastante y 5-mucho)	¿os ha gustado la actividad? ¿os ha motivado en el estudio de las CCNN?, ¿crees que las CCNN pueden ser divertidas?, ¿es una manera adecuada de presentar las CCNN?, ¿Se ha presentado correctamente la actividad y sabías que hacer? Y ¿el tiempo dado para realizarlo ha sido el adecuado?
	Pregunta 7 (semicerrada)	Con el objetivo de averiguar que actitudes y procesos creían haber trabajado los alumnos con esta actividad.
	Pregunta 8 (cerrada)	Para averiguar si a los alumnos les gustaría que se tomaran más iniciativas de este tipo.
	Preguntas 9 y 10 (abiertas)	Con las cuales se pretendía respectivamente averiguar cuales creían los alumnos que habían sido los objetivos de la actividad y que propuestas de mejora planteaban.

3. Resultados

Resumimos las contestaciones de los alumnos al cuestionario, en la siguiente tabla.

Tabla 2. Contestaciones de los alumnos al cuestionario de evaluación

Pregunta	% que lo han calificado con 5 o 4 (mucho o bastante)	% que lo han calificado con 3 (regular)	% que lo han calificado con 2 o 1 (poco o nada)
¿Te ha gustado la actividad?	87,5	8,3	4,2
¿Te ha motivado hacia el estudio de las CCNN?	62,5	37,5	0
¿Crees que las CCNN pueden ser divertidas?	91,6	4,2	4,2
¿los podcast son una manera adecuada de presentar las CCNN?	83,3	16,7	0
¿Se ha presentado adecuadamente la actividad y sabías que hacer?	83,3	16,7	0
¿El tiempo dado ha sido suficiente?	87,5	8,3	4,2

Preguntados por que actitudes o comportamientos han sido fomentados por esta actividad, han contestado en un 54,2 % que se fomentó el compañerismo, un 83,3 % afirmaron que se fomentó la creatividad, un 87,5 % consideró que se fomentó la búsqueda de información, un 62,5 % consideró que había fomentado en ellos el interés por las CCNN y un escaso 29,2 %, dijeron que se había fomentado el rigor científico.

La mayor parte de ellos (95,8 %) manifestaron que sí les gustaría participar en más actividades o experiencias de este tipo.

4. Conclusiones y Discusión

El trabajo que hemos presentado nos ha permitido realizar un estudio ex post facto, en estudiantes del GMEP, para tratar de comprobar si una acción educativa a través de la realización de podcast sirve como recurso didáctico para incrementar el interés y la motivación hacia las CCNN. Tras el análisis de los cuestionarios y la comparación de las notas cuando se había realizado o no el programa de radio, se han encontrado las siguientes concusiones:

a) Entre los estudiantes del GMEP se encuentran mayoritariamente mujeres.

b) Proceden fundamentalmente del Bachillerato de Ciencias Sociales y Humanidades, siendo en el caso de las mujeres, aun mayor el porcentaje, ya que ellas parecen decantarse menos por el estudio de Ciencias.

c) A la mayoría de los estudiantes les ha gustado realizar la actividad y se han manifestado favorables a repetir experiencias docentes de este tipo. Este gusto también se ha mostrado por el hecho de que los días en los cuales se escuchaba el programa de radio en clase, no solían faltar los alumnos.

d) La mayoría de los alumnos se han visto motivados hacia el estudio de las CCNN, según su propia percepción, cambiando el porcentaje si estamos hablando de hombres o mujeres, en el caso de los hombres el 86 % manifiestan haberse sentido mucho o bastante moti-

vados, mientras que este porcentaje se reduce al 53 % en las mujeres, esto puede estar justificado por el hecho ya comentado de que los hombres proceden en mayor número del Bachillerato de Ciencias y por tanto se les supone más motivados al haber elegido esa opción de Bachillerato.

e) Por otra parte, si se comparan el número de suspensos de los alumnos, el mismo grupo que en el curso 2015/16 participó en la realización de la acción educativa, el año anterior que no la realizó suspendió un 5 % más. Mientras que el grupo que en el curso 2016/17 participó en la acción educativa, cuando al curso siguiente no lo hizo suspendieron un 26 % más. En cuanto al grupo que ha empezado el curso 2017/18 realizando la acción educativa, todavía no tenemos la referencia del curso sin su realización; por tanto, no podemos concluir todavía nada en relación a ellos. Sin embargo, de los otros dos grupos, si podríamos decir que parece que el realizar la acción educativa, les motiva hacia el estudio de las CCNN, ya que suspenden menos.

f) El planteamiento de la acción educativa ha sido el correcto, ya que la mayoría de los alumnos expresaron que estaban informados de que tenían que hacer y que el tiempo destinado a la actividad fue el adecuado.

g) Se ha comprobado que las CCNN al ser tratadas desde una metodología activa, pueden llegar a ser consideradas divertidas por los alumnos, lo cual las hace más cercanas y accesibles a estos y les quita el halo de dificultad que las envuelve.

h) Los alumnos han considerado que se fomentaban la creatividad, el compañerismo, la búsqueda de información y se incrementaba el interés por la CCNN. Aunque no han considerado apenas que con las dos modalidades de programas hubieran fomentado el rigor científico.

Estas conclusiones, nos permiten describir, un panorama en el cual, en el aula de CCNN del GMEP, una acción educativa llevada a cabo usando los podcasts resulta ser motivadora hacia el estudio de las CCNN.

Como resultado, proponemos usar la realización de podcast en los estudios de GMEP con el objetivo general de incentivar el estudio e interés hacia las CCNN y con una serie de objetivos concretos: que los alumnos del Grado puedan sentirse más motivados en el estudio de una materia que suele parecerles difícil; que usen una metodología didáctica más activa que implique un mayor protagonismo por su parte; que se den cuenta que existen muchas maneras de presentar las CCNN más allá de la mera clase teórica en plan magistral, aunque sin perder nunca de vista el rigor científico; que trabajen valores como el compañerismo, que aprendan a buscar información en fuentes sólidas, que se disminuya su absentismo escolar y por último que vean estimulada su creatividad.

5. Referencias

Ballester, I., Vicente, A y Ruano, S. (2013). Los podcast aplicados a la docencia universitaria: una experiencia en derecho del trabajo y de la seguridad social. *Trabajo 29,* pp. 101-117.

Blanco, E., Gómez, B. y Paniagua, F.J. (2007). La utilización de la radio como herramienta didáctica. Una propuesta de aplicación. *FISEC-Estrategias, 6,* 35-50. ISBN pp. 1669-4015.

Boza, A. y Toscano, M.O. (2012). Motivos, actitudes y estrategias de aprendizaje: aprendizaje motivado en alumnos universitario. *Profesorado, 16 (1),* pp. 125-142.

Camina, A. y Salvador, M.I. (2007). Condicionantes y Características de los Estudiantes que Inician Magisterio. Estudio Descriptivo y Comparativo entre Especialidades. *Tendencias pedagógicas, 12,* pp. 245-262.

Colmenares, M. y Delgaddo, F. (2008). La correlación entre rendimiento académico y motivación de logro: elementos para la discusión y reflexión. *Revista electrónica de humanidades y comunicación social.* https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2737310

Melgarejo, I. y Rodríguez, M.M. (2013). La radio como recurso didáctico en el aula de infantil y Primaria: los postcast y su naturaleza educativa. *Tendencias pedagógicas, 21*, pp. 29-46.

Polanco, A. (22 de agosto, 2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Rev: Actualidades investigativas en Educación, 5 (2)*, 1-13. Recuperado de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/download/9157/17530.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Verdugo, J.J. (2017). *Estudios sobre conocimiento disciplinar y conocimiento didáctico del contenido en ciencias del profesorado de Educación Primaria en formación inicial* (Tesis doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.

Implementación piloto del proyecto e-Bug en el País Vasco: un recurso educativo sobre microbiología e higiene para Educación Primaria

Arantza Rico[1], Leire Izagirre[1], Aritz Ruiz-González[1] y Carlos García-Llorente[2]

[1]Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco, UPV/EHU. [2]Berritzegune Nagusia Centro de apoyo a la formación e innovación educativa. Departamento de Educación. Gobierno Vasco

arantza.rico@ehu.eus

Resumen:

Se presentan los resultados de una implementación piloto de materiales educativos para Educación Primaria del proyecto e-Bug. e-Bug es una iniciativa pan-europea que pone a disposición de la comunidad educativa una serie de materiales didácticos y recursos online para aprender sobre los microorganismos, la higiene y la transmisión, tratamiento y prevención de enfermedades infecciosas. El paquete didáctico "Junior" se ha traducido al euskera e implementado por primera vez en una escuela de 6º curso. Se utilizó un cuestionario de preguntas cerradas para evaluar el conocimiento del alumnado antes y después de la implementación. Se observó una mejoría en la comprensión sobre los tipos de microorganismos y la dispersión de los mismos mediante talleres experimentales que promueven la indagación. El tratamiento y prevención de enfermedades causadas por microbios presentó mayores dificultades.

Palabras clave: Proyecto e-Bug; indagación; Educación Primaria; antibióticos; microbiología.

Introducción

La educación para la salud se considera una de las estrategias más efectivas para promover hábitos saludables para la vida y una de las únicas vías que garantiza su acceso a través de la escuela a grupos de población joven sin distinción de género, clase social o nivel educativo de los progenitores (Rodríguez, González, García, & Campos, 2011). A nivel global existe una gran preocupación debido a los crecientes problemas de resistencia a los antibióticos, no sólo en entornos hospitalarios sino también a nivel comunitario. En cuanto al público infantil, los antibióticos son uno de los medicamentos que más se prescriben a este grupo (McNulty et al., 2011). Teniendo en cuenta que las actitudes personales hacia el uso de fármacos, y de antibióticos en particular, se definen durante las visitas médicas durante la infancia y la adolescencia (McNulty et al., 2011), es importante que las generaciones futuras estén bien informadas sobre el uso apropiado de los antibióticos. Otro problema de salud pública y que es acuciante en las comunidades escolares son las enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Las escuelas aportan un ambiente perfecto para la transmisión de infecciones, debido a la baja inmunidad de las niñas y niños y costumbres higiénicas no satisfactorias. Tanto la higiene de manos como la respiratoria puede tener un gran efecto en reducir la carga de estas infecciones y también reducir el uso de antibióticos debido a esas infecciones (McNulty et al. 2011).

El proyecto e-Bug[1] es una iniciativa liderada por Public Health England que persigue dotar de herramientas didácticas a la comunidad escolar europea, tanto de Educación Primaria (EP) y Secundaria, para educar sobre el uso seguro de antibióticos, la higiene de manos y respiratoria, la microbiología, las vacunas y la transmisión de enfermedades infecciosas. En el proyecto participan 10 países europeos y colaboran otros 17, incluido España y el País Vasco. Los recursos e-Bug de la web incluyen materiales didácticos para alumnado y profesorado con lecciones interactivas, y una página web con juegos, concursos de preguntas y fichas informativas sobre enfermedades, entre otros. En los casi 10 años que lleva en marcha el proyecto, los materiales de e-bug han recibido críticas muy positivas por parte de profesorado en activo (Eley, Young, Hoekstra, & McNulty, 2017) y su impacto en el aprendizaje sobre microbiología se ha medido en distintos ámbitos incluida la escuela primaria, la educación comunitaria e informal (Hoekstra, Young, Eley, Hawking, & McNulty, 2016; Lecky, Hawking, Verlander, & McNulty, 2014; Young et al., 2017) En general, se ha observado que el uso de los materiales e-bug tanto en el aula como de forma interactiva en ferias u otros formatos produce mejoras en el conocimiento sobre microbios y el uso de antibióticos. En este trabajo, presentamos los resultados de una implementación piloto en una aula de 6º de EP en Rentería (Gipuzkoa) de varios materiales del paquete "junior" de e-bug[2] adaptados al marco curricular actual de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Gobierno Vasco, 2015).

Objetivos de la investigación

El objetivo general de esta investigación es conocer los conocimientos en microbiología del alumnado de 6º curso de EP, ayudarles a ampliar dichos conocimientos y a incorporar hábitos de higiene saludables a través de una propuesta didáctica basada en los materiales de e-Bug. Los objetivos específicos son:

1. Adaptar e implementar una propuesta didáctica sobre microbiología e higiene para alumnado de 6º curso de EP.
2. Evaluar los conocimientos del alumnado sobre microbiología a través de un cuestionario antes y después de la implementación.

Metodología

Muestra participante

El desarrollo de la secuencia didáctica se llevó a cabo en un centro de Educación Primaria y ESO concertado de Gipuzkoa en las dos aulas de 6º curso de EP. En total, participaron 31 estudiantes, de las cuales 18 eran chicas y 13 chicos. La implementación se llevó a cabo con la colaboración de las dos tutoras del aula y la participación de las profesoras de Ciencias Naturales. Todas las actividades se realizaron en euskera a excepción de la actividad "El reto del microbio nocivo".

Intervención didáctica

La intervención consistió en seis sesiones que se llevaron a cabo durante dos semanas. La primera y última sesión se utilizó para que el alumnado participante rellenara el cuestionario. En la Tabla 1 se puede ver una descripción detallada de las actividades realizadas en cada sesión.

1 e-bug.eu

2 En euskera: https://sites.google.com/site/zientziahezkuntzaekimena/e-bug-ekimen-europearra; en inglés: http://e-bug.eu/junior_pack.aspx?cc=eng&ss=2&t=e-Bug%20Lesson%20Pack

Recogida y análisis de datos cuantitativos

Para medir el efecto de la intervención se utilizó un cuestionario antes y después de la misma que está basado en dos cuestionarios para evaluar recursos de e-Bug (Lecky et al., 2010). El cuestionario se dividió en tres secciones, que representan los tres aspectos que se trataron en la intervención: i) Tipos de microorganimos, ii) Higiene de manos y respiratoria y iii) Prevención y tratamiento contra los microbios y consistió en 26 preguntas con respuesta "verdadera" o "falsa"[3]. Se obtuvieron los porcentajes de respuestas correctas para cada sección y se compararon los resultados pre- y post-intervención usando la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. En los casos en que la diferencia era significativa ($p<0.05$), se calculó el porcentaje de mejora. El análisis estadístico se realizó con el programa R commander (Elosua y Etxeberria, 2013).

Tabla 1. Descripción de la intervención didáctica basada en materiales de e-Bug[2]

Sesión	Actividad	Objetivos de aprendizaje
1. Presentación	a) Detección de ideas sobre microorganismos, propagación de infecciones y prevención de infecciones. b) ¿Qué son los microbios?" y "El reto del microbio nocivo".	Conocer diferentes tipos de microorganismos, diferenciar bacterias de virus y conocer dónde se pueden encontrar. Diferenciar entre microorganismos beneficiosos y perjudiciales para el ser humano.
2. Prevención y tratamiento de infecciones	a) Presentación y animaciones detalladas que ilustran cómo el cuerpo combate a los microbios perjudiciales a diario. b) Discusión de escenarios para tomar decisiones de tratamiento ante infecciones cotidianas.	Conocer los sistemas de prevención (inmune y vacunas) y de tratamiento (antibióticos y otras medicinas) ante los microorganismos
3. Propagación: Higiene de las manos	Taller indagativo "¿Manos sucias, sucísimas?" donde el alumnado lleva a cabo un experimento para observar con qué facilidad y a qué distancia se dispersan los microorganismos al estrechar las manos.	Aprender cómo se dispersan los microorganismos a través del tacto y cómo hay que lavarse las manos
4. Propagación: Higiene respiratoria	Taller indagativo "Súper estornudos" mediante el cual el alumnado aprende a partir de una serie de experimentos que cubrirse la boca con un pañuelo ayuda a prevenir la dispersión de la infección.	Conocer cómo los microorganismos se dispersan a través de la tos y estornudos y cómo se puede prevenir esta dispersión usando pañuelos de papel.
5. Evaluación	Detección de ideas sobre microorganismos, propagación de infecciones y prevención de infecciones.	Evaluar en qué medida se ha mejorado la comprensión de los aspectos tratados en la implementación.

Aspectos éticos de la investigación

Se solicitó el consentimiento a la dirección del centro para que la segunda autora (estudiante de 4º curso del Grado de Educación Primaria) pudiese acudir al aula y participar junto con las tutoras en la implementación y evaluación de las actividades. Al tratarse de un estudio educacional,

3 Se puede consultar el cuestionario original traducido al castellano en: Cuestionario_Ricoetal2018_28EncuentrosDC

que no plantea riesgos potenciales a los participantes y que los resultados recabados fueron anónimos, no fue necesario recabar la autorización parental ni utilizar el fichero de protección de datos creado al efecto para este tipo de investigaciones.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se pueden ver los porcentajes de acierto pre- y post-implementación de las respuestas agrupadas en las tres secciones. Con respecto a la primera sección, se puede observar que antes de la implementación, el alumnado respondió correctamente en un 80% de los casos cuando analizamos los datos en su conjunto (Tabla 2). Así, el alumnado es consciente de que no todos los microorganismos son perjudiciales y que éstos son ubicuos. La implementación ayudó a mejorar en aspectos como: "Hay más microbios perjudiciales que beneficiosos"; "Los microbios son los causantes de todas las enfermedades"; "Las bacterias que viven en nuestra piel o sistema digestivo son beneficiosas" (datos no mostrados). Para esta sección, el porcentaje de mejora resultó estadísticamente significativo (Tabla 2). Con respecto a la segunda sección de preguntas, referidas a la higiene de manos y respiratoria, el porcentaje de respuestas correctas antes de la implementación también rozó el 80% si se analiza de manera global y se observó una mejora estadísticamente significativa (Tabla 2). En general, el alumnado es consciente de la importancia de la higiene de manos para prevenir las infecciones o de que la dispersión de microbios se produce mediante estornudos. La implementación ayudó a mejorar en más de 15 puntos la percepción de que "los microorganismos pueden contaminar los alimentos" o que "los microbios también se dispersan a través del tacto" (13 puntos, datos no mostrados). Los contenidos de este bloque se trataron con dos talleres experimentales, que incluyeron i) evaluar cómo se dispersan los microbios (una mezcla de purpurina y aceite) a través del tacto y de la importancia de usar jabón para eliminarlos; y ii) predecir qué medidas limitan la distancia a la que llega nuestro estornudo, usando un spray con colorante alimentario. En ambas actividades el alumnado, de modo cooperativo, debió realizar predicciones, diseñar la investigación, recoger datos y emitir conclusiones. La última sección de preguntas, referido a la prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas, fue el que supuso mayor dificultad antes y después de la implementación. Así, antes de la implementación el 90% del alumnado creía que "los antibióticos pueden eliminar a los virus" o que "no eliminan a las bacterias beneficiosas" (65%) y algo menos de la mitad creían que los antibióticos también sirven para "tratar catarros o resfriados". Después de la implementación, a pesar de que hubo mejoras notables en la pregunta sobre los virus, no parece que la implementación tuviera un efecto en la mejora del resto de aspectos preguntados e incluso en algunos casos, el alumnado aún persistió en la creencia de que los antibióticos sólo eliminan a las bacterias perjudiciales (Tabla 2). En este caso, las actividades que se realizaron en el aula fueron de índole expositiva o ejercicios de papel y lápiz. Los resultados muestran que por un lado, los conceptos tratados en este bloque requerían de un nivel de abstracción mayor para el alumnado y el tiempo dedicado a la indagación y argumentación debería haber sido mayor.

Conclusiones

El cuestionario utilizado para medir los conocimientos de microbiología ha demostrado ser un instrumento útil de evaluación formativa (Keeley, 2016), el cual permitió definir el punto de partida del alumnado en el que se realizó esta implementación piloto. Los resultados muestran que en general, y tal y como se ha visto en otros trabajos realizados con los materiales de e-bug, el alumnado de 6º curso es capaz de categorizar los distintos tipos de microorganismos y es consciente de su ubiquidad y múltiples funciones (Lecky et al., 2010; Young et al., 2017). Además, en un aspecto teórico, son conscientes de la importancia de la higiene de manos y respiratoria para prevenir la dispersión de microorganismos perjudiciales. La realización de actividades indagativas además contribuye a una mejor conceptualización de estos procesos post-implementación

(Skamp & Preston, 2015; Uum, Verhoeff, & Peeters, 2016). Sin embargo, tal y como se ha alertado en otros estudios (Young et al., 2017), el reto es mejorar la comprensión sobre el uso de antibióticos y el tratamiento de las enfermedades víricas. Para ello, es necesario trabajar en propuestas didácticas que ahonden en la construcción y aplicación del modelo de microorganismo patógeno en alumnado de estas edades (Byrne, 2011).

Tabla 2. Promedio de respuestas correctas por sección antes y después de la implementación y porcentaje de mejora (n = 31)

Sección	Pre	Post	Mejora (%)	Valor de p (Pre vs Post)
Tipos de microorganismos y sus características	82.2	88.4	6.2	0.0126*
Higiene de manos y respiratoria	82.7	89.9	7.2	0.0028*
Prevención y tratamiento contra los microbios	48.3	45.0	--	0.5218

Referencias bibliográficas

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of microorganisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*(14), 1927–1961. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999

Eley, C. V., Young, V. L., Hoekstra, B. A., & McNulty, C. A. M. (2017). An evaluation of educators' views on the e-Bug resources in England. *Journal of Biological Education*, *0*(0), 1–8. https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1285808

Gobierno Vasco. DECRETO 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco (2015). Retrieved from https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2016/01/1600141a.pdf

Grigoryan, L., Haaijer-Ruskamp, F. M., Burgerhof, J. G. M., Mechtler, R., Deschepper, R., Tambic-Andrasevic, A., … Birkin, J. (2006). Self-medication with Antimicrobial Drugs in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, *12*(3), 452–459. https://doi.org/10.3201/eid1203.050992

Elosua P., Etxeberria, J. (2013). *R Commander eta datuen analisia*. Udako Euskal Unibertsitatea. Donostia.

Hoekstra, B. A., Young, V. L., Eley, C. V., Hawking, M. K. D., & McNulty, C. A. M. (2016). School Nurses' perspectives on the role of the school nurse in health education and health promotion in England: a qualitative study. *BMC Nursing*, *15*, 73. https://doi.org/10.1186/s12912-016-0194-y

Keeley, P. D. (2016). *Uncovering Student Ideas in Primary Science, Volume 1: 25 New Formative Assessment Probes for Grades K-2*. SAGE Publications.

Lecky, D. M., Hawking, M. K. D., Verlander, N. Q., & McNulty, C. A. M. (2014). Using Interactive Family Science Shows to Improve Public Knowledge on Antibiotic Resistance: Does It Work? *PLOS ONE*, *9*(8), e104556. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104556

Lecky, D. M., McNulty, C. A. M., Touboul, P., Herotova, T. K., Beneš, J., Dellamonica, P., … Campos, J. (2010). Evaluation of e-Bug, an educational pack, teaching about prudent antibiotic use and hygiene, in the Czech Republic, France and England. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *65*(12), 2674–2684. https://doi.org/10.1093/jac/dkq356

McNulty, C. A. M., Lecky, D. M., Farrell, D., Kostkova, P., Adriaenssens, N., Koprivová Herotová, T., … Fisher, I. (2011). Overview of e-Bug: an antibiotic and hygiene educational resource for schools. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *66*(suppl_5), v3–v12. https://doi.org/10.1093/jac/dkr119

Rodríguez, C., González, E., García, A., & Campos, J. (2011). Implementation of the e-Bug Project in Spain. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *66*(suppl_5), v85–v87. https://doi.org/10.1093/jac/dkr113

Skamp, K., & Preston, C. (2015). *Teaching Primary Science Constructively* (5th ed.). Melbourne: Cengage Learning Australia.

Uum, M. S. J. van, Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, *38*(3), 450–469. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660

van de Sande-Bruinsma, N., Grundmann, H., Verloo, D., Tiemersma, E., Monen, J., Goossens, H., & Ferech, M. (2008). Antimicrobial Drug Use and Resistance in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, *14*(11), 1722–1730. https://doi.org/10.3201/eid1411.070467

Young, V. L., Cole, A., Lecky, D. M., Fettis, D., Pritchard, B., Verlander, N. Q., … McNulty, C. A. M. (2017). A mixed-method evaluation of peer-education workshops for school-aged children to teach about antibiotics, microbes and hygiene. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *72*(7), 2119–2126. https://doi.org/10.1093/jac/dkx083

maker@domus: un programa de actividades de educación STEAM con intención construccionista

Manuel Miramontes Antas, Patricia Barciela Durán, José Manuel Fernández Rivas, Pilar Lamas Seco

Museos Científicos Coruñeses. Ayuntamiento de A Coruña

manuel@casaciencias.org

Resumen:

Uno de los retos que afronta la educación hoy en día es el fomento de vocaciones científico-tecnológicas. Los museos de ciencia tienen una larga tradición y gran capacidad para atraer y retener a diversos tipos de público. En parte esto puede ser debido a que hace tiempo que incorporaron dinámicas constructivistas en el diseño de las nuevas exposiciones y en las actividades que se desarrollan. En esta comunicación presentamos y exploramos la aproximación constructivista a la educación STEAM llevada a cabo en los últimos años en los Museos Científicos Coruñeses, dirigida tanto a profesores como alumnos y público familiar.

Palabras clave: STEM; STEAM; tinkering; make; constructivismo.

Introducción

Los museos de ciencia son instituciones educativas con una gran aceptación social. Por sus instalaciones pasa un importante número de visitantes de todas las edades que recorren las exposiciones y participan en sus actividades. Desde hace tiempo se ha ido pasando de los modelos educativos de transferencia, basados en la transmisión de información, conocimientos o sabiduría, hacia otros constructivistas, en los que se prima las experiencias que dan lugar a la construcción activa del conocimiento por los visitantes *(Perry, Deborah L., 2012).* También recientemente se acuñó la idea del diálogo entre el museo y los visitantes como contraposición al monólogo unidireccional de los modelos de transferencia.

En los modelos constructivistas, los visitantes construyen su conocimiento explorando la relación entre los objetos y fenómenos en lugar de recibirlo pasivamente. Durante la exploración se producen descubrimientos, se plantean preguntas y a partir de ellas el visitantes establece sus propias relaciones mentales entre su conocimiento, los objetos y los fenómenos que ve. La forma de vivir el museo cobra un papel relevante, mientras el mensaje no siempre es lo más importante.

Cuando hablamos de educación en ciencia y en tecnología y del fomento de vocaciones científico-tecnológicas, la aproximación constructivista aporta elementos que pueden ayudar a que la experiencia resulte profundamente motivadora. Esto puede ayudar a romper la tendencia a ver las materias de ciencia y tecnología como abstractas, difíciles, poco motivadoras y poco atractivas, incluso para iniciarse en ellas.

Las actividades que hemos seleccionado están centradas en el proceso de aprendizaje individual, más que en la enseñanza de un conocimiento o técnica concretas. La barrera de entrada es baja,

y el ciclo de prototipado es rápido, de manera que los aciertos y fallos se suceden rápidamente. Cada sujeto determina los retos concretos a los que se enfrenta y su grado de complejidad. Eso contribuye una mayor implicación del alumno, a que sea consciente de sus avances, y a que viva los errores de una forma más positiva. Esto debería ayudar a que un mayor número de personas y colectivos tradicionalmente apartados puedan mostrar interés por ellas (*Duckworth, Eleanor, 1987*), (*Papert, Seymour, 1992*).

maker@domus: programa de actividades

Dado el paralelismo entre los estilos de aprendizaje de los museos de ciencia y la aproximación constructivista a la formación en ciencia y tecnología, los Museos Científicos Coruñeses (en adelante mc2), pertenecientes al Ayuntamiento de A Coruña iniciaron una línea de actividades constructivistas en lo que se domina STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería Arte y Matemáticas, por sus siglas en Inglés).

Kiics

Kiics (Knowledge Incubation Innovation and Creation for Science, por sus siglas en inglés) fue un proyecto financiado por la Comunidad Europea dentro del 7º Programa Marco. El programa estaba dirigido a los llamados jóvenes adultos, entre 14 y 17 años, y reunió a científicos, tecnólogos, artistas, diseñadores y emprendedores de toda Europa para incubar ideas explorando las fronteras entre sus campos de trabajo, en especial entre el arte, la ciencia y la tecnología.

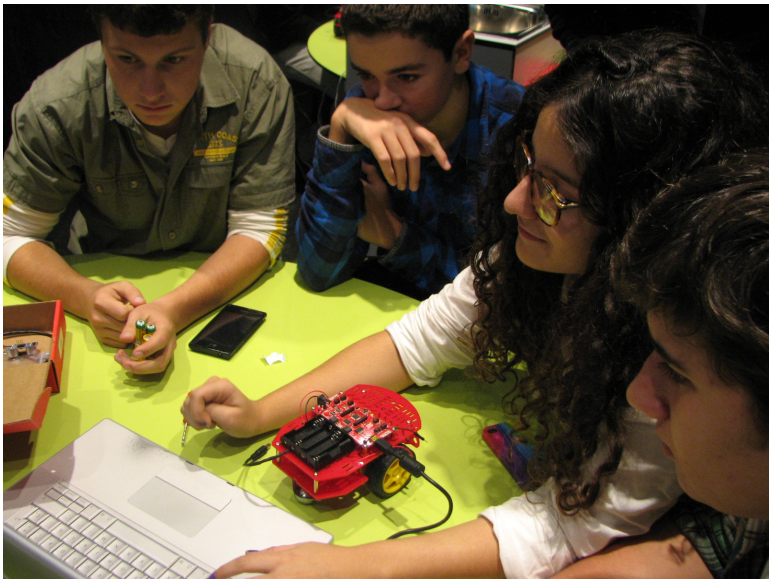


Figura 1: Curso de programación de robots

En los mc2, en el marco de KiiCS, se desarrolló un programa de talleres para jóvenes en clave STEAM, así como un concurso de ideas innovadoras. El proyecto alcanzó un impacto importante y se completó con otros talleres para niños y adultos. A raíz de esta experiencia y su valoración positiva los mc2 decidieron dedicar un espacio físico diferenciado para este tipo de actividades.

Cacharreo *(tinkering)*

Desde 2015 venimos impartiendo talleres de tecnología basados los materiales publicados por el TinkeringStudio del Exploratorium de San Francisco [1]. En estos talleres se pretende la elaboración del conocimiento por medio de la construcción de objetos que resulten significativos para el

que aprende. El objetivo no es tanto aprender una técnica o unos conocimientos como explorar las posibilidades de los materiales desde el interés individual de cada participante. En sus guías indican explícitamente que en su talleres utilizan la educación STEAM más como un medio que como un fin en si misma.

Las actividades tienen como características comunes que están abiertas a muchas soluciones distintas (no existe una única respuesta "correcta"), usan materiales sencillos y baratos –pueden ser reciclados–, es posible realizar múltiples iteraciones o versiones en poco tiempo, son necesarios pocos conocimientos iniciales, son adecuadas para un público muy diverso, permiten alcanzar altos niveles de complejidad y exploran las fronteras entre arte ciencia y ingeniería (*Wilkinson, Karen & Petrich, Mike, 2014*)

En nuestras actividades participaron fundamentalmente alumnos desde el segundo ciclo de educación primaria hasta educación secundaria. Los talleres que más impartimos fueron circuitos (*circuit blocks*) y garabateadores (*scribbling machines*), aunque también impartimos otros talleres bajo demanda y para otros rangos de edad, profesores y adultos

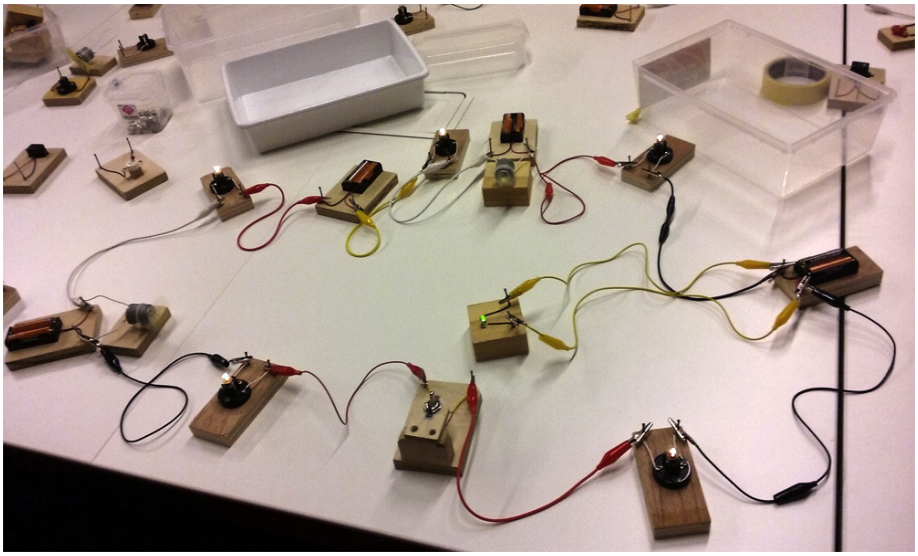


Figura 2: Material empleado en la actividad circuitos

Competición de robótica

Desde 2015 organizamos competiciones de robots sigue-líneas para equipos de estudiantes de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato en colaboración con la asociación Bricolabs. El formato fue elegido para facilitar la iniciación de los alumnos en la robótica. Los robots que podían competir era muy libres, debiendo únicamente inscribirse en una de dos categorías: robots comerciales o robots diseñados y construidos por el equipo.

Se incentivó el uso de tecnologías libres, valorando positivamente que los equipos compartieran el funcionamiento de su robot a través de un foro específico, la producción obligatoria de vídeos de presentación del equipo y la resolución de las preguntas de los otros equipos en el foro y el empleo de materiales reciclados.

Iniciación a la robótica con software y hardware libres para profesores

En los dos últimos años impartimos cursos de robótica para profesores en colaboración con el Centro de Formación y Recursos (CFR) de la Xunta de Galicia. En los cursos se propuso la construcción y programación de robots con diversos sensores, realizados con tecnologías libres. El

objetivo es facilitar la formación necesaria para que los profesores puedan introducir la robótica en sus clases sin necesidad de un desembolso importante o un hardware específico.

La dinámica de las clases fue eminentemente práctica, por lo que los profesores tuvieron que diseñar y construir sus propios robots desde cero. Pretendíamos que ellos mismos vivieran una experiencia de aprendizaje desde una perspectiva construccionista. La respuesta fue muy buena, y muchos de los profesores lograron explorar su rol como aprendices durante el curso. De esta forma creamos un entorno en el que pudimos reflexionar sobre la forma de aprender de sus alumnos en clase.

Discusión de resultados

Hoy podemos decir que la apuesta realizada por los Museos Científicos Coruñeses de establecer un plan de actividades y un espacio dedicados a las tecnología con filosofía construccionista orientados al campo temático que se viene denominando STEAM, ha aportado a la comunidad educativa una forma distinta de aproximación a estas materias que resultó muy bien valorada por todos los participantes.

No hemos elaborado una medida cuantitativa de los resultados, por lo que la valoración que hacemos es cualitativa, basada en observaciones y discusiones de los facilitadores.

- El 100% de los participantes mostraron un elevado nivel de implicación durante las actividades desarrolladas. Frecuentemente los profesores acompañantes nos han comentado que “vieron trabajar a alumnos que en clase no trabajan nunca”. El 100% de los alumnos refirieron que lo habían pasado bien. El comportamiento durante las actividades fue siempre bueno.
- La actividad tiene un alto valor educativo. Algunos profesores nos comentaron “en esta media hora aprendieron más electricidad que en todo un trimestre”.
- En cada sesión hemos detectado expresiones de trabajo duro para resolver problemas, frustración ante la dificultad, satisfacción y empoderamiento al lograr resolver los retos. Consideramos que estos son indicios del alto nivel de implicación y motivación de los participantes.
- Los participantes se integran muy bien en la actividad y frecuentemente se plantean y resuelven problemas más complejos que los que inicialmente les proponemos. Nos parece un indicio de que hacen suyos los retos propuestos.

En base a nuestra observación, consideramos que estas pueden ser algunas de las causas:

- Poner en el centro de la experiencia el montaje de dispositivos físicos que resultan interesantes y significativos para los alumnos, hace que el nivel de seguimiento e implicación sea muy alto.
- El conjunto de actividades elegidas permite comenzar las exploraciones con una curva de aprendizaje realmente baja.
- La agilidad del ciclo de creación de prototipos permite llegar muy lejos en las exploraciones en poco tiempo.
- Tras analizar muchos de los recursos disponibles para la educación STEM, estas dos últimas características no suelen ser habituales.
- El planteamiento de nuevos retos cada vez más complejos es consecuencia natural de la implicación personal del alumno y de la elaboración de relaciones mentales cada vez más complejas.

- El fallo y el error son parte de la exploración y experimentación. Constituyen un potente motor de aprendizaje, reflexión y contribuyen a la construcción de la auto-confianza (“soy capaz de hacer cualquier cosa” fue la expresión de un alumno tras lograr resolver un problema que se le resistía).
- Es importante evitar que los fallos y/o errores degeneren en frustración.
- No apreciamos diferencias de interés ni implicación en función de capacidades, niveles o género. Pensamos que la no existencia de una solución correcta ”única”, el no sentirse juzgados y la posibilidad de cometer errores contribuyen a que el ambiente sea integrador.
- La dinámica nos permitió permite detectar con una cierta frecuencia problemas como exceso de liderazgo o falta de auto-confianza individuales, que no impidieron el desarrollo de la actividad.

Sobre la facilitación

En este tipo de talleres el estilo de facilitación es fundamental y diferente al que se desarrolla en las actividades tradicionales. El facilitador debe acompañar durante el proceso de exploración y elaboración personal, respetando las ideas y forma de pensar de cada alumno, sin llegar a interferir y mucho menos condicionar esa elaboración.

Figura 3: Talleres con profesores

- En nuestra experiencia, una de las tareas que más pueden influir en la calidad y el desarrollo de la actividad es que el facilitador sea capaz de descubrir qué desafíos pueden ser más adecuados para cada alumno. Estos deben representar un reto real para él, a la vez que permitir que sienta que puede ser capaz de resolver el problema. Es lo que se algunos autores llaman “desafío intelectual” *(Perry, Deborah L., 2012),* y está en la línea con lo que Seymour Papert denomina “diversión con dificultad” –hard fun– (Papert, Seymour)
- Otro de los retos de la facilitación es ser capaces de gestionar los fallos y errores como importantes momentos de aprendizaje. Es necesario que el facilitador sea capaz de ayudar al alumno a explorar otros caminos o a redefinir su estrategia para desarrollar sus propias ideas y alcanzar sus objetivos. Suele ser adecuado dejar que permanezcan en este

punto durante un tiempo, antes de dar una pista o una pequeña ayuda y volver a retirarse. De esta forma se estimula el desarrollo de la confianza del alumno en su capacidad para resolver su propio problema con sus propios medios.

- Sin embargo, no es bueno llegar demasiado tarde, ya que no queremos que abandonen la actividad por pensar que no son capaces de resolverla. Mantener este punto es algo que necesita práctica como facilitador.
- Es necesario aprender a entender las formas y ritmos de aprendizaje, los modos de exploración, de analizar y entender los retos, las formas de elaborar las conclusiones… Y también a respetar los errores y la forma de resolverlos, interviniendo sólo si se detectan síntomas de frustración o desánimo [2], [3].
- El modelo de facilitación aplicado a estas actividades requiere un ratio bajo de alumnos por cada facilitador. Esta dedicación intensiva es difícil de conseguir en las aulas. Esto hace que los talleres que impartimos sean en muchos casos una experiencia diferente y complementaria de la educación formal.

Conclusión

La experiencia llevada a cabo en maker@domus ha recibido una valoración muy positiva, tanto por los participantes, como por sus profesores y los visitantes ocasionales. La aplicación de planteamientos constructivistas y construccionistas tiene un efecto positivo en el aumento del interés y la implicación de los participantes. El estilo de facilitación necesario para mantener esta dinámica es fundamental, y diferente al que se aplica en otras actividades más dirigidas. Requiere entrenamiento y un ratio de alumnos relativamente bajo por cada facilitador.

Referencias

Duckworth, Eleanor (1987). “The Having of Wonderful Ideas”, and Other Essays on *Teaching and Learning*; Eleanor Duckworth; Teachers College Press, Columbia University, New York, N.Y.

Papert, Seymour (1992). *The Children’s Machine: Rethinking school in the age of the computer,* Seymour Papert, BasicBooks.

Papert, Seymour. “8 Big Ideas of the Constructionist Learning Lab”, en múltiples sitios de internet, http://sylviamartinez.com/tag/seymour-papert/

Perry, Deborah L. (2012). *What Makes Learning Fun?: Principles for the Design of Intrinsically Motivating Museun Exhibits*; Deborah L. Perry, AltaMira Press

Wilkinson, Karen & Petrich, Mike (2014). *The art of tinkering*, Karen Wilkinson, Mike Petrich, Weldon Owen, Inc.

[1] https://tinkering.exploratorium.edu/projects

[2] https://www.coursera.org/learn/tinkering-circuit

[3] https://www.coursera.org/learn/tinkering-motion-mechanisms

Un congreso científico para mejorar la autoeficacia del alumnado de secundaria

Enric Ortega Torres, Ana Martin Garcia y Carme Grimalt

Florida Universitària. Unitat d'educació. [2]CRECIM – UAB

eortega@florida-uni.es

Resumen

Se expone el desarrollo del proyecto "El Congrés Científic" (*El Congreso Científico*) como ejemplo de trabajo cooperativo entre docentes de secundaria. El proyecto suma la Música en su desarrollo y evidencia la posibilidad de integrar la A, representante de las Artes en un proyecto STEM, transformándolo en STEAM. Esta iniciativa forma parte de un proyecto europeo E+ STEAM4U que define un conjunto de "acciones" destinadas a lograr determinados *intelectual outputs* Los objetivos de "El Congrés Científic" fueron: a) mejorar la autoeficacia del alumnado a partir de acciones educativas contempladas en dicho proyecto europeo; b) encontrar soluciones metodológicas a la necesidad de cambio educativo, incorporando los principios de la evaluación formadora.

Palabras clave: Educación científica, Autoeficacia, Interdiciplinar, STEAM,

Introducción

Con el objetivo de aumentar el interés por el conocimiento científico y conectarlo con la realidad de los estudiantes la didáctica de las ciencias debe promover actitudes de investigación que tengan influencia en el aprendizaje futuro del alumnado y dar a conocer las ideas y procesos que sigue la ciencia, una de las grandes ideas de la educación científica descritas por Harlen (2010).

La experiencia presentada es un ejemplo de proyecto científico que se apoya en la curiosidad del estudiante con el objetivo de establecer un proceso de investigación que permita entender un fenómeno natural (Baeten et al, 2010). La curiosidad, es un motor que ayuda a generar motivación intrínseca, al contrario que las tareas reiterativas, mecánicas o memorísticas. Proporcionar estrategias de aprendizaje que parten de ella puede aumentar la dedicación al trabajo del alumnado y profundizar en su alfabetización científica (Vázquez y Manassero, 2008).

El equipo de docentes diseñó nuevas situaciones de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a mejorar su nivel de competencia científica mediante actividades centradas en profundizar en el entendimiento de un tema de naturaleza científica, y promover la capacidad de reconocer evidencias y recoger datos para establecer conclusiones argumentadas. Se pretende potenciar las vocaciones científicas y cambiar sus actitudes hacia la ciencia, dos de las causas más importantes de bajo rendimiento en la educación científica en niveles de secundaria (Osborne, Simon y Collins, 2003).

La posibilidad de cooperación entre docentes de diferentes especialidades y la reflexión pedagógica compartida permite que surja un proyecto interdisciplinar a partir de los diferentes enfoques llevados a cabo en el curso de 3°ESO en las asignaturas de Biología, Física-Química y Música. La necesidad de encontrar un enfoque común parte de la dificultad compartida de disponer solo de 2h semanales para desarrollar el currículo. Ello dificulta la continuidad en el trabajo realizado

por los estudiantes y explicita la necesidad de encontrar un nuevo enfoque que pueda solucionar esta "conexión y desconexión" que sufre el alumnado. Limitarse a concluir que la falta de motivación del alumnado es el motivo principal de un rendimiento académico inferior al esperado (Linnenbrink, y Pintrich, 2002) no es productivo; es necesario tratar de promover cambios metodológicos que permitan volver a generar el interés necesario para afrontar la responsabilidad del aprendizaje desde la autonomía del estudiante. En este proyecto, la solución para la situación descrita fue poner en práctica una metodología más activa que trataba de recuperar la motivación perdida en ambos protagonistas: en los estudiantes, a través de la resolución de desafíos, y en los profesores, a través de la posibilidad de poner en práctica su potencial creativo para diseñar nuevas formas de enseñar.

"El Congrés Científic" aborda la necesidad didáctica de poner en práctica el proceso real que sigue la ciencia para generar conocimiento como marco principal de aprendizaje. La prioridad es reproducir el proceso científico como base procedimental para la construcción de modelos que constituyan su conocimiento científico (Caamaño, 2012). La propia epistemología de las ciencias prioriza que el alumnado conozca este proceso partiendo de las etapas del método científico y reconozca el rigor de las investigaciones evaluadas por expertos externos. Otra de las preocupaciones es la necesidad de conseguir que el alumnado profundice en el conocimiento de un tema específico. Conseguir un aprendizaje más profundo partiendo de su propio centro de interés con el objetivo de evitar las producciones superficiales y con la intención de mejorar también su capacidad de síntesis. El alumnado cuenta con una gran cantidad de fuentes de información y por ello es relevante que puedan aprender a discernir, a organizarla y sintetizarla con un criterio propio (Ten Dam, y Volman, 2004).

El equipo multidisciplinar formado por especialistas en Biología, Física y Música diseñaron este proyecto asumiendo un cambio de rol que transforma cada profesor en un "director de proyecto", debido a que cada uno de ellos debe guiar a su grupo de estudiantes a través de todas las actividades diseñadas por el equipo. Cada grupo de estudiantes tiene asignado un docente de proyectos, que conduce las 4 horas por semana de este nuevo módulo. Las 4h surgen de unificar en el horario las 2h de Música, 1h de Física y 1h de Biología. Esto significa que el especialista en Música puede estar ejecutando una actividad diseñada por el profesor de ciencias y viceversa. Este hecho hace aún más importante la cooperación para comprender las especificidades de cada actividad y empuja al equipo a alejarse de una didáctica de la ciencia declarativa y descontextualizada para abordar situaciones de aprendizaje más experienciales.

¿Un congreso científico que integra la Música?

Un aspecto clave del proyecto fue situar a la Música en el mismo grado de 'importancia' que el que tienen las ciencias en la educación secundaria, debido a la pérdida de prestigio, relevancia y consideración que en los últimos años padecen las asignaturas artísticas. Su inclusión en el proyecto pretendía revertir esta situación y poner en valor esta disciplina, como representante de las artes. Es con este fin que se establece la posibilidad de realizar investigaciones sobre temas relacionados con la música dentro del proyecto.

Evaluación formadora

La forma de evaluar supone una de las mayores resistencias para el cambio metodológico en los docentes. Sin modificar este proceso no es posible realizar un cambio en la metodología de trabajo de aula. Planificar de manera ordenada y flexible las etapas del proyecto para asegurar que se establecen espacios donde se pongan en práctica estrategias para desarrollar el conocimiento metacognitivo del estudiante ayuda a mejorar su autoeficacia e influye tanto en el éxito académico como en la propia motivación para el aprendizaje (Solaz y Sanjose 2008). Esto supone que las situaciones donde el docente proporciona feedback están planificadas para integrar el error

como oportunidad de mejora (Sanmarti y Simón, 2006) y significa que cada aspecto importante del desarrollo del proyecto es evaluado, no solamente el producto final.

Para utilizar la evaluación como estrategia de aprendizaje con el objetivo que el alumnado sea capaz de regular su propio proceso de investigación, la estructura del proyecto asegura que en cualquier momento el alumnado pueda: saber por dónde va; saber qué ha aprendido y saber qué le queda por aprender. La Tabla 1 muestra las etapas del proyecto.

Tabla 1: Etapas del proyecto

PRESENTACIÓN Momento inicial del proyecto donde el equipo de docentes explica el reto planteado.
CONFERENCIA Charla motivacional donde el profesorado universitario explica que es un Congreso Científico y muestra ejemplos de congresos donde han participado.
SELECCIÓN TEMÁTICA: El equipo de docentes elabora un documento con un catálogo de temas sobre los que el alumnado podrá investigar.
GRUPOS DE TRABAJO: A partir de la selección del alumnado, el equipo de docentes organiza los grupos según las preferencias temáticas.
FASE DE INVESTIGACIÓN: El alumnado indaga sobre las ideas previas para poder decidir los aspectos que va a investigar sobre el tema elegido que servirán de inicio para la realización de la investigación posterior.
ELABORACIÓN DEL TIT (Trabajo de Investigación Temático): Se dan las instrucciones sobre los contenidos y apartados del TIT y se inicia la realización del primer borrador. a) Se muestra el primer borrador al tutor temático del TIT. b) Se evalúa el borrador del TIT con la rúbrica conocida previamente y se devuelve la corrección con las propuestas de mejora. c) El alumnado realiza la versión definitiva del TIT.
FASE EXPERTOS: El alumnado elabora diferentes productos relacionados con la investigación. El grupo asigna un rol a cada uno de sus miembros con el fin que cada alumno asuma una responsabilidad dentro del grupo. a. Artículo científico: Se dedican varias sesiones en la asignatura de inglés para ayudar al alumnado a redactar su Abstract del artículo. b. Póster científico: Se dedican varias sesiones en Plástica con el fin de ayudar al alumnado a realizar el póster. c. Presentación Multimedia: Archivo multimedia que servirá de apoyo durante el día de la defensa delante del tribunal externo. Se dedican varias sesiones Informática para ayudar al alumnado a realizar la presentación.
DEFENSA INVESTIGACIÓN: a. Se elabora un guion previo y una planificación que asegure que todos los miembros del grupo participan en la defensa. b. Defensa oral frente a un tribunal de expertos formado por profesorado universitario.
RESULTADOS: El profesor del proyecto explica los resultados de cada grupo y se realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa (formulario on-line) del trabajo realizado. El alumnado realiza una autoevaluación del trabajo en equipo y de las fases que integran el proyecto en su globalidad.

Tabla 2: Ejemplo de temas

¿El cielo es azul?	*¿Cómo se orientan las tortugas Marinas?*	*¿Cómo se aprende música mediante el método BAPNE?*
¿Cómo podemos saber la edad del Tiranosaurio Rex?	*¿Cómo duermen los Tiburones y las Ballenas?*	*¿Por qué afinamos los instrumentos a 440Hz?*
¿Cómo pueden volar las Naves espaciales?	*¿Yo puedo ser daltónico/a?*	*¿Cuál es el misterio del teatro de Epicuro?*

Mejora de la autoeficacia del alumnado

El proyecto europeo STEAM4U tiene como finalidad potenciar estrategias de mejora de la percepción que tiene el alumnado sobre sus propias capacidades (autoeficacia) cuando participa en actividades científico-tecnológicas. Estas creencias, que suelen ser especialmente bajas en determinados colectivos (chicas, estudiantes de niveles socio-económico bajos…), han recibido una especial atención en las últimas décadas, puesto que se ha demostrado su influencia directa en cómo los estudiantes se posicionan respecto a la ciencia (Archer, Dewitt et al., 2010). En otras palabras, una baja percepción de las propias capacidades para llevar a cabo una actividad científica comporta el desapego por este tipo de actividades, e incluso puede llegar a ser más influyente en el alumnado que la competencia real que puedan demostrar.

El Congrés Científic se integra dentro de este proyecto E+ (2016-1-ES01-KA201-025633) incorporando diversas estrategias para la mejora de la autoeficacia en el alumnado basadas en el trabajo de Zimmerman y Campillo (2003) y en el análisis del impacto en la autoeficacia del alumnado de las iniciativas que participan en el proyecto STEAM4U:

- Clasificar y secuenciar los objetivos de aprendizaje en orden creciente de dificultad, estableciendo un nivel inicial accesible para todo el alumnado.
- Uso de herramientas de evaluación que promueven la auto-regulación del alumnado para que éste sea más consciente de sus propias capacidades, haciendo énfasis en sus logros.
- Involucrar a los y las estudiantes en intercambios con profesionales del ámbito científico que muestren confianza y capacidad de adaptación al fracaso.
- Generar una lista de temas a diversos niveles para dar respuesta a los diversos ritmos de aprendizaje.
- Promoción de actividades colaborativas en lugar de actividades competitivas para favorecer el aprendizaje entre iguales y rebajar el nivel de tensión en el aula.
- Revisión de los juicios verbales y no verbales para hacer énfasis en los mensajes positivos que reconozcan el esfuerzo del alumnado.
- Promoción de la educación emocional del alumnado ayudando a los estudiantes a superar la ansiedad antes de la presentación.

Resultados y conclusiones

El diseño de las secuencias didácticas es una de las intervenciones docentes más importantes para el buen desarrollo de la acción pedagógica de una disciplina en el aula. Este proceso se realiza habitualmente de forma individual y sin una reflexión pedagógica de calidad por la falta de tiempo con que la profesión docente convive. La posibilidad de diseñar un proyecto de manera cooperativa por un equipo de docentes de especialidades diferentes es una experiencia forma-

dora y generadora de motivación para los propios docentes que participan. Encontrar el tiempo y las estrategias para compartir propuestas y elaborarlas conjuntamente supone dar cohesión al proyecto definido. Su ejecución en el aula y la evaluación de la respuesta del alumnado aporta un feedback muy positivo porque valida el diseño desde la práctica.

Ampliar esta mirada reflexiva integrándola en un equipo más amplio, dentro del proyecto europeo STEAM4U, ha supuesto un mecanismo de mejora acelerado y ha permitido aportar resultados de investigación y reflexión pedagógicas más amplios. Un ejemplo de investigación-acción que permite hacer crecer la calidad de la ejecución del proyecto de aula desde la experiencia práctica y desde la reflexión compartida.

Referencias bibliográficas

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old school children's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, *94*(4), 617–639.

Baeten, M., Kyndt, E., Struyven, K., & Dochy, F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. *Educational Research Review*, 5(3), 243-260.

Caamaño Ros, A. (2012). ¿ Cómo introducir la indagación en el aula?: los trabajos prácticos investigativos. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 18(70), 83-91.

Harlen, W. (Ed.). (2010). Principles and big ideas of science education. Association for Science Education.

Linnenbrink, E. A., y Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School psychology review*, 31(3), 313.

Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049-1079.

Sanmartí, N., & Simón, M. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación: diez años después... Situación, 100, 1.

Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas: Un estudio con alumnos de bachillerato. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(1), 1-16.

Ten Dam, G., & Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. *Learning and instruction*, 14(4), 359-379.

Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3).

Zimmerman, B. J., & Campillo, M. (2003). Motivating Self-Regulated Problem Solvers. In J. E. Davidson & R. J. Sternberg (Eds.), *The Psychology of Problem Solving* (pp. 233–262). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Congreso de pósteres científicos "La historia más bella jamás contada..., la vida"

David Rosa Novalbos[1], Mª Mercedes Martínez Aznar[2], Ana Isabel Bárcena[3] e Íñigo Rodríguez Arteche[4]

[1]IES Rosa Chacel. Colmenar Viejo (Madrid). [1,2 y 3]Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid (UCM). [4]Departamento de Economía Financiera, Contabilidad e Idioma Moderno. Universidad Rey Juan Carlos

darosa@ucm.es

Resumen:

En este estudio se presenta el recurso didáctico de un congreso escolar de pósteres científicos realizados a partir de una metodología indagativa, en grupos cooperativos, para desarrollar dimensiones competenciales científicas en el alumnado de 16-17 años. El concepto "vida" es el hilo conductor para crear una historia que culmina con la celebración de un congreso abierto a toda la comunidad escolar. El congreso "La historia más bella jamás contada..., la vida" en el IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo tuvo una buena acogida por los padres, alumnos y público en general y puso de manifiesto que este recurso educativo genera beneficios a niveles formativos, competenciales, educativos y publicitarios. Los resultados reflejan niveles altos de resolución en todas las variables analizadas para la creación de los pósteres científicos y su comunicación oral.

Palabras clave: Congreso científico; Póster científico; Competencia científica; Indagación; Bachillerato.

Marco teórico

Existe consenso en considerar que la Ciencia debe enseñarse utilizando los procedimientos desarrollados por los científicos, donde la comunicación de los resultados de sus investigaciones es fundamental. En este sentido, la construcción de pósteres científicos, su comunicación oral y la creación de congresos de científicos son uno de los mecanismos más utilizados para la divulgación y validación del conocimiento.

En la educación científica los proyectos e investigaciones escolares propuestos por los currículos (LOMCE, 2013), desde perspectivas metodológicas indagativas, han puesto de manifiesto sus beneficios para la construcción de la competencia científica por parte de los estudiantes (Informe Rocard, 2007). Pero más allá de la comunicación de los resultados de los aprendizajes a nivel de aula, la organización de Congresos escolares es un recurso didáctico innovador muy interesante para integrar los beneficios de diferentes metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y la propia indagación científica (Llorente et al, 2017), así como para la divulgación de los conocimientos a nivel de centro educativo con la posibilidad de extenderse al resto de la comunidad educativa y a la sociedad en general. De hecho, es frecuente la celebración de este tipo de eventos promovidos por el CSIC, Museos, Universidades, etc. que cuentan ya con una amplia trayectoria.

En esta comunicación se presenta como recurso didáctico la organización de un congreso de pósteres científicos de investigación para promover diferentes dimensiones competenciales propias

del desarrollo de la competencia científica en los estudiantes y, a su vez, para generar beneficios publicitarios para el centro educativo.

Para este trabajo se ha asumido una metodología que incorpora la práctica de las dimensiones de la competencia científica. En este sentido, se considera que "*los alumnos deberán tomar conciencia de la forma en que los científicos trabajan y se comunican entre ellos. (...)*" (Organización del Bachillerato Internacional, 2014, p.19), y *"El Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan: (...) e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana. (...) j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. (...)"* (B.O.C.M., 2015).

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es favorecer el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes relacionadas con la creación de pósteres científicos de investigación y su comunicación oral en el aula y en un congreso científico escolar.

Metodología

Este proyecto trabaja el desarrollo de los contenidos curriculares de las asignaturas de ciencias de 1º Bachillerato. La pregunta guía es: ¿Cómo se puede contribuir a conocer y comprender los principales contenidos de Biología, Geología y Física relacionados con la historia de la Tierra y la vida, así como la forma de trabajar de la comunidad científica?

Esta propuesta fue acogida de forma excelente por el profesorado implicado en trabajar este proyecto con su alumnado. Esta pregunta guía se encuentra complementada con una exhaustiva programación que le da potencia didáctica al proyecto y anima a todos los implicados a motivarse en su desarrollo. Se puede revisar en el siguiente vínculo: https://docs.google.com/drawings/d/1ff1Mc2g2YFCH1BG6xJItR1UxgsSgNVxrdKyowGSA2I8/edit

La temática y propuesta de realizar el I Congreso de Pósteres científicos de investigación *"La historia más bella jamás contada..., la vida"* es la estrategia empleada para presentar al alumnado los temas de investigación del currículo de cada asignatura implicada para que, de forma coordinada y secuenciada, se pudiese contar la historia de la vida sobre el planeta Tierra de una forma diferente.

Participantes

Se trata de cinco grupos intactos con un total de 80 estudiantes de 16-17 años de 1º de Bachillerato del I.E.S. Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid, España):

- 1 grupo Biología y Geología. 21 alumnos (12 chicas y 9 chicos).
- 1 grupo Biología y Geología. 18 alumnos (5 chicas y 13 chicos).
- 1 grupo Cultura Científica. 25 alumnos (13 chicas y 12 chicos).
- 1 grupo Biología-Bachillerato Internacional. 24 alumnos (14 chicas y 10 chicos)
- 1 grupo Física-Bachillerato Internacional. 12 alumnos (5 chicas y 7 chicos)

Desarrollo

La secuencia metodológica se describe a continuación, donde el estudiante ha tenido un rol activo y el profesor el de guía y facilitador del aprendizaje. Las tareas se realizaron dentro y fuera del aula durante 2 meses (Diciembre 2017 - Enero 2018).

El alumnado trabaja de forma compartida en sus documentos digitales con las TIC, en grupos cooperativos, para la creación de un póster científico y una presentación digital para su exposición oral. Finalmente debían comunicar sus resultados en un congreso científico por medio de sus exposiciones orales y su producto digital de apoyo (Prezi, PowerPoint, etc.), además del póster científico impreso en papel en formato DIN A0 como es habitual en los congresos científicos.

Los contenidos se distribuyeron en 16 temáticas y fueron secuenciados para el congreso en el siguiente orden de exposición:

1. Formación de la Tierra (Física Bachillerato Internacional)
2. Densidad de la Tierra (Física Bachillerato Internacional)
3. Precámbrico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
4. Generación espontánea (Biología Bachillerato Internacional)
5. Origen de la vida y teorías (Biología Bachillerato Internacional)
6. Teoría endosimbiótica (Biología Bachillerato Internacional)
7. Las células procariotas y eucariotas (Biología Bachillerato Internacional)
8. Cámbrico y Ordovícico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
9. Silúrico y Devónico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
10. Carbonífero y pérmico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
11. Triásico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
12. Jurásico y Cretácico (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
13. Paleógeno (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
14. Neógeno (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)
15. La temperatura de la Tierra (Física Bachillerato Internacional)
16. La evolución (Cultura científica y Biología y Geología LOMCE)

Durante la investigación se invierten 8 sesiones de clase no continuas en el tiempo (1 clase semanal). De estas sesiones la primera se emplea como presentación del proyecto y otras 5 sesiones para el trabajo en el aula de informática (Figura 1).

En el aula de informática se realizan tareas que integran la competencia científica con las competencias digitales como son la búsqueda de información, selección de los contenidos más adecuados, creación de recursos digitales que integren la información más relevante, organización del póster científico digital final y creación y preparación de la presentación digital y oral para su difusión en el aula y en el congreso científico.

Figuras 1. Trabajo del alumnado en las aulas de informática.

Tras la fase de investigación y creación de los recursos digitales y del póster científico en formato digital se fijó un plazo (15 de enero de 2018) para la entrega del póster digital en formato PDF con el fin de enviarlos a la Casa de la Juventud, la cual se encargaba de imprimir los pósteres en formato papel en láminas DIN A0 para disponer de ellos el día del congreso (31 de enero de 2018). Esta colaboración implica la participación y colaboración de instituciones sociales en el proyecto.

Posteriormente, los estudiantes realizan la comunicación del póster científico en dos fases. La primera consiste en la exposición oral que se lleva a cabo en el aula de referencia de cada grupo, para lo que se utilizan 2 sesiones, y en ellas se produce la evaluación y el entrenamiento. La segunda fase se produce con la exposición definitiva durante el congreso de pósteres científicos. Las exposiciones en el aula se ensayan con una duración de 10 minutos, no prorrogables, que deberán ser reducidas a 5 minutos para su exposición en el congreso (Figura 2).

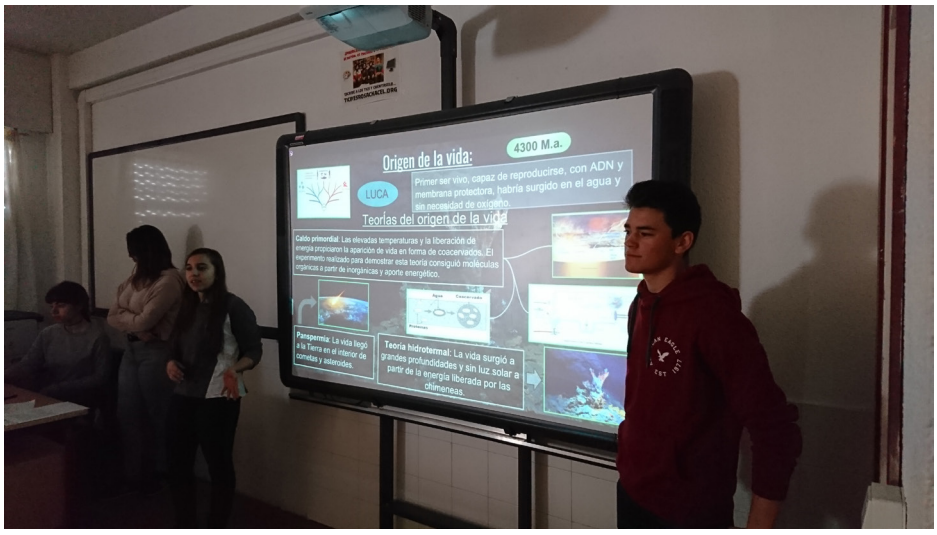
Finalmente, se realizó la segunda fase de comunicación de las investigaciones de los estudiantes durante el congreso de pósteres científicos (Figura 3), el día 31 de enero de 2018 de 17 a 19:30 horas. Fue diseñado y organizado por todo el equipo de estudiantes y abierto a toda la población escolar y al público en general como se refleja en el siguiente cartel anunciador (Figura 4), también diseñado por los propios participantes. Durante el congreso dos alumnas se encargaron de amenizar y enlazar la temática de cada póster para crear la "bella historia de la vida", dando paso a cada grupo que disponía de 5 minutos para resumir su temática. Al concluir las comunicaciones se destinó un tiempo para que todos los asistentes pudiesen revisar los pósteres en formato papel y hablar con sus autores, así como se desarrollan los congresos oficiales.

Instrumentos de toma y análisis de datos

El instrumento para la recogida de datos es una ficha de evaluación tanto de la exposición oral en el aula como del póster científico creado por los grupos cooperativos:

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN ORAL Y DEL PÓSTER CIENTÍFICO: https://padletuploads.blob.core.windows.net/prod/20791111/97717b7c63c894a44c07e0972b170b13/FICHA_DE_EVALUACI_N_DE_LA_EXPOSICI_N_ORAL_Y_P_STER.pdf

Esta ficha se emplea para evaluar a cada grupo cooperativo y extraer calificaciones escolares. Además se utiliza para la autoevaluación del grupo que expone sus producciones y la coevaluación entre grupos.



Figuras 2. Exposiciones orales y presentación de productos digitales en el aula.

Figuras 3 y 4. I Congreso de Pósteres Científicos de Investigación y Cartel anunciador.

Resultados

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos con la ficha de evaluación propuesta como instrumento de toma y análisis de datos. Para la calificación de la "Exposición del Póster" se utiliza una escala de 0 a 10 para cada variable analizada (contenidos, diseño del recurso digital, expresión oral y originalidad). Sin embargo, para la calificación del "Póster científico", aunque también se utiliza una escala de 0 a 10 para su calificación final, se distribuye dicha evaluación entre sus tres variables: contenidos (0 a 4), expresión escrita (0 a 3) y diseño (0 a 3).

Tabla 1. Resultados de la muestra de estudiantes conforme a la Ficha de evaluación

EXPOSICIÓN PÓSTER	**3**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**16**	**Media**
Contenidos (0-10)	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9,77
Diseño del recurso (0-10)	10	9	9	10	9	9	8	9	10	9,22
Expresión oral (0-10)	10	8	9	10	10	10	9	10	10	9,55
Originalidad (0-10)	10	6	7	10	10	10	9	10	10	9,11
PÓSTER CIENTÍFICO	**3**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**16**	**Media**
Contenidos (0-4)	4	3,5	3,5	4	3	3	4	4	4	3,66
Expresión escrita (0-3)	3	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	2,88
Diseño (0-3)	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2,88

En la tabla se reflejan los altos niveles de resolución en todas las variables analizadas del alumnado a cargo del profesor-investigador (2 grupos de Biología y Geología LOMCE), debido a que el resto de profesores del proyecto decidió no emplear la ficha para la evaluación de su alumnado.

Las producciones de los estudiantes de los que se han extraído estos resultados se pueden encontrar en el recurso digital (Padlet) que refleja todos los pósteres y presentaciones de los alumnos. Esta web también incluye todas las actuaciones que se han ido realizando durante el desarrollo de todo el proyecto: https://padlet.com/darosanov/HISTORIAMASBELLAJAMASCONTADALAVIDA

Conclusiones

La muestra de la que se han recogido resultados refleja niveles altos de resolución en todas las variables analizadas, lo que pone de manifiesto la utilidad del recurso didáctico para el buen

desarrollo de competencias. Además, las producciones de los estudiantes de los que no se han extraído resultados también permite extraer estas conclusiones, así como las reflexiones del profesorado implicado que aparecen en la entrada del blog institucional del profesor-investigador.

El congreso tuvo una buena acogida del alumnado, padres y público interesado que permite reconocer su interés para la comunidad educativa. Además, ha permitido involucrar al alumnado de 1º de Bachillerato LOMCE y 1º de Bachillerato Internacional en una actividad conjunta que permita el trabajo cooperativo sin competitividad, aspecto de especial interés para el centro educativo.

Actualmente, los pósteres se encuentran en la fase de difusión mediante exposiciones temporales en el hall del instituto (Figura 5) y la Casa de la Juventud de la población de Colmenar Viejo (Madrid). También han sido aceptados y participan en el "Científícate", el III Congreso de Ciencias de la Naturaleza para Estudiantes en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) de Alcobendas (Madrid).

Figura 5. Exposición temporal en el hall del IES Rosa Chacel de Colmenar Viejo (Madrid).

Referencias bibliográficas

B.O.C.M. (2015). DECRETO 52/2015, de 21 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo del Bachillerato. B.O.C.M., 120, 32. Disponible en: http://www.madrid.org/wleg_pub/secure/normativas/contenidoNormativa.jsf?opcion=VerHtml&nmnorma=8937&cdestado=P#no-back-button

Informe Rocard (2007). Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. European Commision. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., & Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, 91, 72-89. Disponible en: http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/R91/R91-5

LOMCE. (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (L.O.M.C.E.).* B.O.E. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf

Organización del Bachillerato Internacional. (2014). *Guía de Biología.* Disponible en: https://ibpublishing.ibo.org/server2/rest/app/tsm.xql?doc=d_4_biolo_gui_1402_4_s&part=1&chapter=1&CFID=1032397&CFTOKEN=36822270&jsessionid=bc30b0f90c60a4b5a74e660426d3c26e571f

Investigación escolar. Una experiencia innovadora en una escuela secundaria de Santiago de Chile

Soto-García Claudia[1] **y Valdivia-Ortiz Valentina**[2]

[1]Doctoranda Universidad de Barcelona. [2] Maestra de Ciencias Educación Secundaria Colegio San Leonardo Santiago de Chile

claudiasotogarcia@gmail.com

Resumen:

Esta comunicación presenta una experiencia didáctica que permitió guiar el proceso de investigación científica anual en una escuela secundaria de Chile. El objetivo era promover el desarrollo de saberes científicos de manera creativa y crítica, valorando la apropiación de los conceptos científicos, como también el proceso para llegar a esos conocimientos, en concordancia con los objetivos del currículum nacional que apuntan desarrollar habilidades de indagación científica. Al finalizar el curso se evaluó la adquisición de estos saberes con la aplicación de un test para determinar si la metodología de exploración llevada a cabo incidía en el logro de estas habilidades. El test evalúa positivamente la capacidad de discriminar y evaluar preguntas de investigación, hipótesis, objetivos y diseños, y también elaborar conclusiones a partir de resultados experimentales.

Palabras clave: Investigación escolar; educación científica; educación secundaria; didáctica de las ciencias

Introducción

El aprendizaje de las ciencias debería considerar la exploración del estudiantado, debido a que de esta forma, además de lograr conocimientos científicos, se puede generar mayor motivación en ellos y forjar saberes para enfrentar las incertidumbres promoviendo la reflexión, la comprensión y la resolución de problemas reales (Morín, Ciurana, & Motta, 2002).

La investigación escolar (IE) es una metodología coherente para el encuentro con la ciencia de manera crítica, educándolos para la toma de decisiones responsables e informadas (Romero-Ariza, 2017).

Los escolares guiados por los docentes pueden aprender ciencias a través de una investigación reflexiva y crítica sobre las formas de llegar al conocimiento, no como algo fijo ni autónomo, alejándose de la idea del conocimiento como "creencia verdadera"(Wells, 2003). La IE puede despertar la curiosidad, el disfrute por explorar, el entusiasmo al debatir y hacer predicciones o suposiciones argumentadas, que al ser comprobadas por medio de la acción se pueden convertir en conocimiento (Dewey, 2004).

Un argumento habitual en la resistencia a implementar la IE es la cobertura curricular, sin embargo, hay objetivos de éste que no se están desarrollando por enfatizar solo en los saberes conceptuales. Por ello, presentamos la propuesta didáctica y resultados de la aplicación de un test con los logros de algunos objetivos del currículum nacional por parte de estudiantes de 1 a 4 medio (14 a 18 años) donde se evidencia la capacidad de reconocer y evaluar componentes de una investigación de manera crítica.

Marco Teórico

Estudiantes investigadores

La indagación es lo que se hace habitualmente para aprender llevados por la curiosidad y el deseo de descubrir. Como la metáfora planteada por Evelyn (Keller, 1991), el conocimiento al igual que el amor es movido por el deseo o como lo plantea Goodfield cuando más se acerca una persona a la esencia del proceso científico es al enamorarse del objeto de su curiosidad (citado en Keller, 1991). Por ello, se debe dejar lugar para los deseos de los estudiantes, dando los espacios para que realicen sus búsquedas internas.

En estas búsquedas es importante que los estudiantes atiendan a los detalles y perciban anomalías, dando posibilidad a que surjan ideas (Martinello & Cook, 2000). Es por esto potenciamos el uso de diarios personales, pues invitarlos a escribir les permitía tener el suspenso necesario para escucharse a sí mismos y estar atentos.

Otro hábito importante para disponerse a indagar es abrirse a la posibilidad de encontrar soluciones elegantes y la disposición afectiva de correr riesgos, cooperar y perseverar como también tener autodisciplina (Martinello & Cook, 2000). Estos hábitos pueden ir desarrollándose guiados por los docentes y los materiales preparados.

Si bien consideramos necesario la incorporación de otras estrategias, pues sabemos que esta no es la única forma de enseñar ciencia, el trabajo de la IE desarrollada demuestra un aumento del interés en el área de parte de los y las estudiantes, convirtiéndolos en expertos en un tema científico y encantándolos con el placer de descubrir, logrando en ellos mayor apertura a transitar de otras formas otros temas científicos y ayudando a su crecimiento no solo práctico de investigar sino también conceptual (Couso, 2014).

Se ha de distinguir entre la investigación académica y la que se realiza en el aula, ya que esta última pretende llegar al placer del saber más como recompensa. La IE apunta a descubrir o a estar preparados para solucionar nuevos problemas en forma flexible y crítica (Hernandez, 2003). No obstante, hay grupos que han logrado un reconocimiento de la comunidad académica, como las estudiantes chilenas de la ciudad de Talca que descubrieron bacterias que producen antibióticos en clases extra programáticas (“Escolares descubren bacterias que producen antibióticos”, 2018). Estas experiencias se pueden ampliar al incorporar la indagación al aula regular, cuya implementación ha ido en aumento en las escuelas (Uzcátegui & Betancourt, 2013), dando tiempo a los docentes para guiar, retroalimentar constante y rigurosamente y para adquirir los conocimientos teóricos y didácticos.

Resumen de material didáctico

La IE se ha desarrollado desde hace 3 años con estudiantes de 1 a 4 año de enseñanza media (14 -18 años) en un establecimiento privado de Santiago y este estudio muestra el proceso vivido en el año 2017. El material se dividió en etapas que se ejecutaron a lo largo de 1 año, donde cada grupo surcó en tiempos y maneras más o menos similares, dependiendo de sus proyectos y sus saberes iniciales.

1. Buscando el mejor tema de investigación

El objetivo en esta etapa fue que lograran generar temas y preguntas de investigación que los implicara no solo emocionalmente sino también de manera cognitiva, llegando a plantear ideas para estudios de calidad. De esta forma, se promovió la creatividad, el conocimiento científico como también la forma de llegar a ello (sobre la ciencia).

a. Material 1: Se inició con una lluvia de ideas donde plantearon sus inquietudes e intereses personales a partir de lecturas o investigaciones propias anteriores. Escribieron en una

guía esas ideas iniciales para luego conectar, asociar, amplificar o simplificar y crear algo nuevo colaborativamente.

b. Material 2: Evaluaron entre ellos los temas seleccionados, votando y argumentando al interior del grupo, considerando requisitos como: que sea de su interés, inédito o creativo, un aporte al conocimiento y factible de ejecutar. A la vez, confeccionaron un papelógrafo con las votaciones para exponer su tema y argumentación.

c. Material 3: Expusieron a su curso (o a otros) el tema seleccionado y la argumentación. Los estudiantes oyentes anotaron observaciones, dudas y nuevas ideas para mejorar los temas de los expositores. Esto les permitió reflexionar sobre cómo plantear y mejorar los temas de investigación en forma colaborativa.

2. Lo que necesitamos para llevar a cabo nuestra investigación

a. Material 1: Confeccionaron una lista de la información necesaria para la investigación. Se les sugirió considerar: información teórica que desconozcan del tema, procedimientos experimentales, estudios similares u otra información relevante. Distribuyeron los temas y buscaron la información usando fuentes de calidad. Hicieron una síntesis de la información recopilada, anotando la fuente bibliográfica en una ficha. Se ajustaron técnicas y materiales de procedimientos experimentales acorde a los recursos disponibles.

b. Material 2: A través de una pauta se les otorgó algunas recomendaciones para redactar la información relevante para su proyecto. Como, por ejemplo: preparar las referencias, hacer síntesis de información, mapas conceptuales, escribir un primer borrador, editar y confeccionar la bibliografía siguiendo un formato preestablecido.

3. Diseño del experimento o proyecto.

a. Material 1: Redactaron los pasos a seguir o realizaron cambios en los protocolos estandarizados en base a los recursos o las necesidades específicas. Identificaron variables y explicaron cómo se controlarán. También confeccionaron instrumentos de recolección de datos. Al final se les entregó una tabla donde organizaron el trabajo. Cada material contaba con auto y heteroevaluación. Al finalizar entregaron un informe siguiendo una rúbrica que incluía formato. Luego de esta primera evaluación se les devolvió para mejorar según la retroalimentación oral y escrita, el producto de esa mejora post-1ª evaluación se calificó al final del primer semestre.

4. Ejecución y recolección de datos

Material 1*:* Realizaron pruebas piloto para verificar y mejorar el diseño previamente confeccionado. Llevaron registro de las modificaciones del diseño, de la teoría, de los instrumentos y los datos recolectados. Finalmente, procesaron y analizaron los datos.

5. Discusiones y conclusiones

Material 1: Confeccionaron un informe final considerando los resultados, la teoría y el planteamiento inicial de sus investigaciones. Utilizaron una rúbrica de evaluación que incluía las consideraciones de formato.

Objetivo

Evaluar el impacto en el logro de habilidades del pensamiento científico producto de la aplicación de una estrategia didáctica innovadora de investigación escolar.

Metodología

En el test aplicado a 106 estudiantes de 1 a 4 año de enseñanza media se evaluaron 5 categorías: 1) Identificación etapas de la investigación 2) Evaluación de planteamiento de temas de investigación, 3) Identificación y control de variables experimentales 4) Evaluación de diseños experimentales 5) Elaboración de conclusiones.

Resultados de la aplicación del test

Dentro de la categoría 1, al discriminar entre preguntas, hipótesis y objetivos de investigación, un 70% de los estudiantes identificaron correctamente el 100% de los casos, mientras que un 20% respondió de manera correcta entre el 95% y 80% de los casos expuestos y solo un 4% presentó una mayor dificultad. En el gráfico N°1 se presentan los resultados de la categoría 2, mostrando el mayor porcentaje de logro lo obtiene la evaluación de la calidad las preguntas, seguido de los objetivos y, por último, la hipótesis.

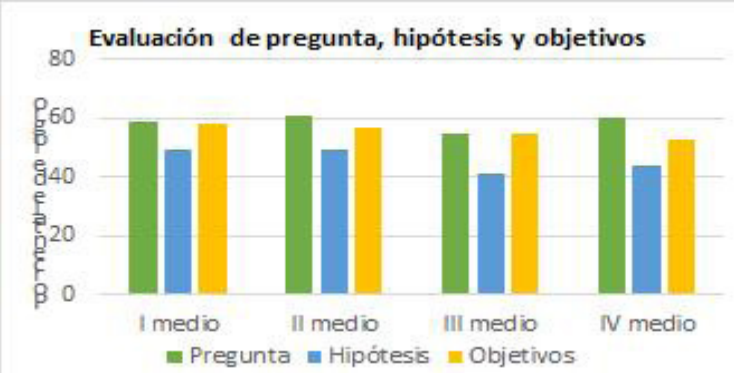


Gráfico N°1. Porcentaje de logro en la evaluación de preguntas, hipótesis y objetivos de investigación por nivel

En la tabla N°1, se muestran los resultados obtenidos de la categoría 3, al identificar la variable dependiente y los patrones que se deben mantener igual (constantes) a la hora de experimentar, permitiendo aislar la relación entre independientes y dependientes, pues de lo contrario, podrían invalidar los resultados. Los estudiantes de IV medio presentan mejores resultados dentro del nivel y existe un gran porcentaje de estudiantes que no logra identificar las variables o las identifica de manera incompleta.

Tabla N°1. Porcentaje de estudiantes por identificación de variables experimentales correctas, incompletas y erróneas

Nivel	Identificación de variables /porcentaje de estudiantes					
	Dependiente			Constante		
	% correcta	% incompleta	%errada	%correcta	% incompleta	%errada
I° medio	47	6	47	38	41	21
II° medio	47	12	41	29	53	18
III° medio	38	19	43	25	50	25
IV° medio	62	19	19	43	29	29

Los resultados de la categoría 4 se muestran en el siguiente gráfico. La selección de diseño experimental se realizó a partir de un objetivo e hipótesis de una investigación científica propuesta. El nivel que más destaca es de IV medio y el más disminuido es de III medio, los niveles de I y II medio obtienen resultados similares.

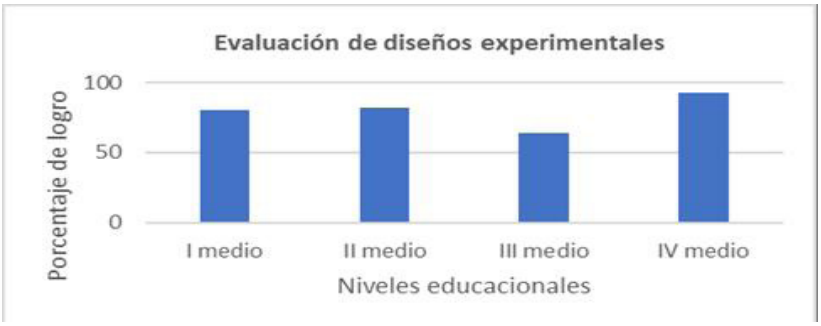


Gráfico N°2. Porcentaje de estudiantes en selección de diseños experimentales correctos

En el gráfico N°3, se aprecian los porcentajes de logro alcanzados según el nivel con relación a las conclusiones elaboradas a partir de planteamientos de problemas de investigación y sus resultados, correspondientes a la categoría 5 del test. Los estudiantes de II a IV medio presentan porcentajes de logro significativos y I medio resulta el más bajo.

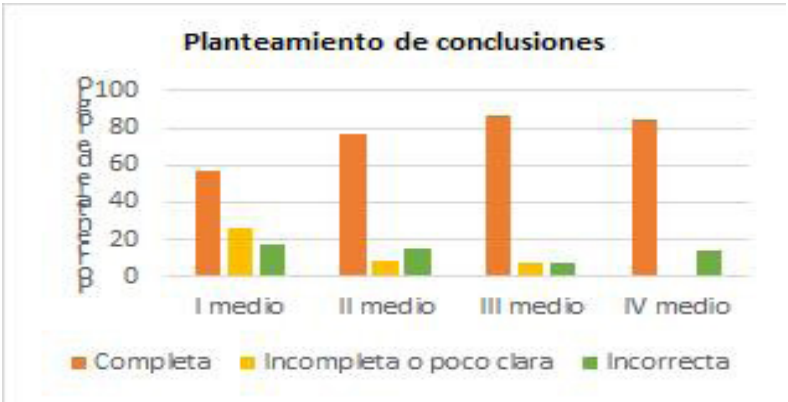


Gráfico N°3. Porcentaje de respuestas por evaluación de las conclusiones planteadas

Conclusiones

La metodología usada nos entrega buenos resultados en la apropiación de los conceptos y habilidades científicas a partir de investigaciones desarrolladas por los estudiantes. Nuestra metodología coincide con lo propuesto por el Ministerio de Educación en las Bases Curriculares 7° básico a 2° medio (MINEDUC, 2015) en todos los niveles de enseñanza media. Asimismo, presenta una gran relevancia considerando la propuesta curricular para 3 y 4 medio que incorpora la asignatura de proyectos (CNED Consejo Nacional de Educación, 2018; Unidad de Currículum y Evaluación del MINEDUC, 2017).

Evidenciamos que para el estudiantado es mucho más fácil identificar una pregunta, objetivo o hipótesis que evaluarla. Esto demuestra que reconocen la estructura de cada una, sin embargo, al evaluar se presentan algunos obstáculos relacionados con los problemas para reconocer las variables experimentales. Por otro lado, a lo largo de los años, los estudiantes se han involucrado

afectivamente con sus investigaciones, han demostrado entusiasmo, alegría, rigurosidad, responsabilidad y compromiso con el trabajo, lo que ha influido en su estar en el aula. Lograr esta motivación inicial o que identificaran sus gustos e intereses no fue fácil de alcanzar, sin embargo, la constancia y el trabajo en equipo, tanto de los estudiantes como de las docentes que guiaron este proceso, permitieron observar los avances mencionados.

En base a todo ello, es que planteamos la necesidad de ir generando espacios para la creación e innovación de los docentes que les permita desarrollar sus propias estrategias para implementar la IE, abriendo la posibilidad de pensar y posicionarnos desde otra mirada en la construcción de saberes científicos que motiven a nuestros estudiantes (Strieder & Torija, 2017).

Bibliografía

CNED Consejo Nacional de Educación. Acuerdo propuesta curricular para 3° y 4° medio (2018).

Couso, D. (2014). "De la moda de 'aprender indagando' a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante. In *ACata 26° encuentro DCE* (Vol. 26).

Dewey, J. (2004). *Experiencia y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Escolares descubren bacterias que producen antibióticos. (2018). *Las Últimas Noticias*, p. 19. Retrieved from http://www.lun.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2018-01-06&PaginaId=19&bodyid=0

Hernandez, C. A. (2003). *Investigación e investigación formativa*. *Nómadas*. Fundación Universidad Central, Departamento de Investigaciones.

Keller, E. (1991). *Reflexiones sobre género y ciencia*. València: Alfons el Magnànim. Institució Valenciana d'Estudis i Investigació.

Martinello, M. L., & Cook, G. E. (2000). *Indagación interdisciplinaria en la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Gedisa Editorial.

MINEDUC. (2015). *Bases Curriculares 7º básico a 2º medio*. Retrieved from http://www.curriculumenlinea mineduc.cl/605/articles-37136_bases.pdf

Morín, E., Ciurana, E. R., & Motta, R. D. (2002). *Educar en la era planetaria: el pensamiento complejo como Método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? Inquiry-Based Learning: is there enough evidence of its benefits in science education? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *14*(2), 286–299.

Strieder, R. B., & Torija, B. B. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias ? *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, *3*, 29–49.

Unidad de Currículum y Evaluación del MINEDUC. (2017). Propuesta curricular para III y IV medio: Documento de consulta pública.

Uzcátegui, Y., & Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, *37*(78), 109–127.

Wells, G. (2003). *Acción, conversación y texto: aprendizaje y enseñanza a través de la investigación*. Sevilla: Publicaciones del M.C.E.P.

Diseño e implementación de un proyecto multidisciplinar sobre argumentación y alimentación en Bachillerato

Pablo Brocos, María Pilar Jiménez Aleixandre y Ricardo Rodríguez de Rávena

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela
pablo.brocos@usc.es

Departamento de Filosofía. IES Xulián Magariños.

Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto multidisciplinar de argumentación y toma de decisiones sobre alimentación saludable y sustentable llevado a cabo en 1º de Bachillerato. Se exponen las motivaciones, los propósitos y los principios de diseño del proyecto, y se presentan las actividades y tareas desarrolladas como parte del mismo. Finalmente, se discute su puesta en práctica.

Palabras clave: argumentación; alimentación; sustentabilidad; toma de decisiones; bachillerato

Introducción

Este trabajo discute el diseño y la implementacion de un proyecto multidisciplinar sobre alimentación saludable y sustentable desarrollado por investigadores en didáctica de las ciencias en colaboración con profesorado de secundaria. El objetivo del proyecto es doble: potenciar la participación del alumnado en la practica científica de la argumentacion y favorecer una toma de decisiones informada y crítica sobre distintos modelos de alimentación, que se diferencian en su proporción de alimentos de origen animal y vegetal. Se exponen las problemas que motivaron el desarrollo del proyecto y sus principios de diseño. Se presentan las actividades diseñadas y se discute su implementación en dos clases de 1º de bachillerato.

Argumentar y tomar decisiones sobre cuestiones sociocientíficas

Desde un punto de vista didáctico, el objetivo central de este proyecto es favorecer que el alumnado participe en la práctica de la argumentacion. Dentro de la didáctica de las ciencias, la argumentación se caracteriza como una práctica científica mediante la que se evalúan conocimientos u opciones en base a pruebas.

Dentro de los distintos contextos discursivos en los que se puede desarrollar esta práctica, el proyecto se centra en la toma de decisiones acerca de una cuestión sociocientífica: la elección de dietas. Las cuestiones sociocientíficas (CSC) son problemas abiertos y potencialmente controvertidos que emergen de la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad (Chang y Chiu, 2008). La argumentación sobre CSC implica la consideración de un amplio rango de dimensiones, informaciones y puntos de vista (Aikenhead, 1985), por lo que permite al alumnado enfrentarse a cuestiones abiertas desde una perspectiva multidisciplinar (Zeidler et al., 2005). Un rasgo específico de la argumentación sobre CSC es la articulación entre pruebas y valores, siendo estos últimos necesarios para juzgar la aceptabilidad de las distintas opciones. De acuerdo con Kolstø

(2006), definimos valores como aquellas ideas a las que una persona apela como criterios o justificaciones axiológicas para juzgar la conveniencia de una determinada acción, consecuencia o conclusión.

Se han identificado diversos problemas en la argumentación del alumnado sobre CSC (Kolstø, 2001; Walker y Zeidler, 2007). Acar et al. (2010) proponen proporcionar al alumnado un marco de toma de decisiones que promueva la consideración explícita de los valores implicados en ese contexto y facilite la evaluación de distintas alternativas para mejorar la calidad de su argumentación sobre CSC. En esta línea, Paraskeva et al. (2015) sugieren la utilización de andamiajes para ayudar al alumnado a considerar más explícitamente sus valores y a desarrollar una actitud más analítica en la evaluación de las distintas informaciones y alternativas disponibles.

Dadas las pocas oportunidades que existen para desarrollar la argumentacion en bachillerato, este proyecto pretende potenciar la participación del alumnado en esta práctica.

Dietas sustentables y saludables

Desde un punto de vista del contenido, el proyecto aborda los hábitos alimentarios, específicamente la elección entre modelos de alimentación que se diferencian en su proporción de alimentos de origen animal y vegetal (omnivorismo, ovolactovegetarianismo, veganismo). Este dilema sociocientífico se plantea desde una perspectiva multidisciplinar, abordando sus implicaciones nutricionales, ambientales, económicas, éticas y socio-personales.

Los estudios sobre desarrollo sustentable se han centrado tradicionalmente en la producción y uso de energía, pero diversas investigaciones han prestado recientemente atención al impacto ambiental de las dietas (Stehfest et al., 2009; Tilman y Clark, 2014). Estos estudios proponen una transición hacia un modelo alimentario con mayor presencia de vegetales para promover mejoras en materia de salud pública y reducir los efectos sobre el calentamiento global derivados de la producción de alimentos. En didáctica de ciencias, la relación entre alimentación y sustentabilidad apenas se ha tratado hasta muy recientemente (Jiménez-Aleixandre y Brocos, 2017; Morin et al., 2014). El currículo de ciencias trata la alimentación en términos nutricionales, sin considerar su dimensión ambiental.

Más allá de la sustentabilidad, existen otros motivos para tratar esta CSC, como las inquietudes acerca de los efectos en la salud a largo plazo derivados del consumo de algunos alimentos de origen animal (WHO, 2015) o las previsiones sobre la dificultad de alimentar a la creciente población mundial en el futuro (FAO, 2009).

Creemos que este proyecto presenta una oportunidad para problematizar las distintas dimensiones implicadas en la elección de una dieta y para visibilizar modelos de alimentación minoritarios con un mayor contenido en productos de origen vegetal, que resultan más acordes con las recomendaciones alimentarias realizadas desde organismos internacionales y desde la investigación en ciencias ambientales.

Diseño

Este proyecto parte de una experiencia llevada a cabo en formación de profesorado, una secuencia de argumentación sobre la elección de dietas. Teniendo en cuenta el feedback positivo del alumnado participante y el potencial que esta CSC demostró como contexto argumentativo, los autores decidieron adaptar y ampliar la secuencia en forma de proyecto para 1º bachillerato. Se escogió este nivel educativo porque el alumnado ya ha trabajado en cursos previos la relación entre alimentación y salud, y la gestión responsable de recursos ambientales; y porque a esta edad (16-18 años) el alumnado comienza progresivamente a tomar de manera más autónoma y habitual decisiones sobre su propia alimentación.

Dada la naturaleza poliédrica de la cuestión tratada, se decidió abordar el diseño mediante un enfoque multidisciplinar. El proyecto se desarrolló en colaboración con profesorado de filosofía, biología, lengua, historia y economía, incluyendo contenidos y competencias específicos del currículo de las asignaturas implicadas. El diseño de las actividades fue desarrollado y discutido en conjunto con el profesorado durante los meses anteriores al comienzo del proyecto.

El proyecto está enmarcado en la línea de trabajo sobre prácticas científicas, que son el conjunto de prácticas de naturaleza social en las que la comunidad científica toma parte y mediante las que construye conocimiento, centrándose en la práctica de la argumentación. El proyecto incluye la participación del alumnado en varias tareas de argumentación, tanto escritas como orales. La mayoría de las actividades se realizan en pequeño grupo, aunque existen algunas individuales.

La estructura del proyecto se alinea con las recomendaciones de Acar et al. (2010) y Paraskeva et al. (2015) para el trabajo de la argumentación y toma de decisiones sobre CSC. En la fase inicial se incide sobre los valores y los criterios para la tomas de decisiones, y la relación entre ellos. A continuación, en la fase de desarrollo, se trabajan contenidos referentes a las distintas dimensiones de la cuestión de la elección de dietas. La fase final del proyecto consiste en una tarea de argumentación y elección de una dieta.

Implementación

El proyecto se llevó a cabo con 32 estudiantes de 1º de bachillerato pertenecientes a dos clases del mismo centro, que trabajaron en 8 pequeños grupos de 3-5 estudiantes. La implementación del proyecto se extendió durante más de 4 meses.

La tabla 1 recoge las actividades desarrolladas durante la fase inicial del proyecto, en la cual los estudiantes participaron en tareas enfocadas a la práctica de argumentación y toma de decisiones, y a la identificación de valores y construcción de criterios. Las actividades “Recta S-O” y “Escasez de vacunas” están adaptadas de Chowning y Griswold (2010), y “¿Es ese el cuerpo de Copérnico?”, de Jiménez-Aleixandre et al. (2009).

Tabla 1. Relación de actividades pertenecientes a la fase inicial del proyecto

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS
1. Recta S-O	Se presentan al alumnado varias cuestiones que deben ubicar en función de su carácter predominantemente subjetivo (S) u objetivo (O) en una recta escalada entre un extremo y otro. El alumnado debe ubicar varias CSC en la recta. Se pregunta al alumnado sobre métodos y recursos utilizados para resolver distintos tipos de cuestiones.	Comprender que distintos tipos de cuestiones implican métodos diferentes de resolución. Entender las CSC como problemas sin solución única objetiva (técnica). Distinguir los valores de los datos. Identificar el papel de pruebas y valores en la toma de decisiones.
2. Escasez de vacunas	El alumnado debe escoger cómo distribuir 6 vacunas entre 8 posibles candidatos de distintas características cuya vida está amenazada por una epidemia. Se pregunta al alumnado sobre los criterios seguidos y los valores implicados en su elección.	Distinguir las características de una cuestión ética. Identificar la necesidad de criterios para la toma de decisiones conflictivas y su relación con los valores.

3. Criterios para una dieta óptima	Se presentan al alumnado testimonios escritos de personas que explican por qué siguen diferentes dietas. El alumnado debe identificar los criterios que debería cumplir una dieta óptima y construir otros que consideren pertinentes. Se les pide relacionar estos criterios con los valores subyacentes y clasificarlos en grupos temáticos.	Comprender que existen diversos modelos de alimentación. Identificar las distintas dimensiones implicadas en la elección de dietas. Entender la imposibilidad de satisfacer simultáneamente todos los criterios y la necesidad de compromiso en la toma de decisiones conflictivas.
4. ¿Es ese el cuerpo de Copérnico?	El alumnado lee un texto sobre el hallazgo de restos humanos que se atribuyen al astrónomo Copérnico, y se presentan las pruebas que justifican tal atribución. El alumnado debe evaluar la validez, fiabilidad y especificidad de las pruebas presentadas y reflexionar sobre posibles explicaciones alternativas.	Comprender el papel de las pruebas en la evaluación de enunciados. Identificar criterios para decidir la fiabilidad de las pruebas en la argumentación.
5. Debate argumentativo	El alumnado participa en debates sobre cuestiones controvertidas como la eutanasia o la pena de muerte, posicionándose a favor o en contra según el rol asignado.	Desarrollar las habilidades de búsqueda y evaluación de información. Construir y evaluar argumentos. Desarrollar la comunicación persuasiva y la escucha activa.

Los criterios para una dieta óptima identificados y construidos por el alumnado en la actividad 3 fueron clasificados en 5 categorías: nutricionales, ambientales, económicos, éticos y cultural-personales. Durante la fase de desarrollo, el alumnado participó en 5 actividades en las que buscaron, examinaron y discutieron informaciones relativas a estas categorías. Trabajaron las dimensiones nutricionales y ambientales en la asignatura de Biología, la económica en Economía, ética en Filosofía, y la dimensión cultural-personal en Historia. El alumnado también asistió a una ponencia en el centro sobre la historia de la alimentación en Galicia, impartida por Xavier Castro, autor de varios libros sobre este tema. El resultado del trabajo de los grupos durante esta fase fue compartido con todos los participantes mediante una wiki, a partir de la cual se elaboró un dossier con las informaciones más relevantes. Los estudiantes también disponían de un foro online en el que podían enlazar y discutir noticias o informaciones y debatir sobre cuestiones relacionadas con la temática del proyecto.

La fase final del proyecto consiste en una tarea de argumentación y elección de una dieta. Su diseño se adecúa a la estrategia de optimización (Papadouris, 2012), cuyo objetivo es proveer una estructura para evaluar distintas opciones en un proceso de toma de decisiones. Esta fase se realizó en tres sesiones de 50 minutos y se estructura en cuatro partes:

1. Evaluación numérica (0 a 10) de las opciones (omnívora, dieta ovolactovegetariana y una alternativa opcional a definir) según su adecuación a cada criterio, es decir, en qué medida cada dieta satisface los distintos criterios. Para esta evaluación, realizada en pequeño grupo, los estudiantes disponían del dossier de informaciones.
2. Asignación individual de peso relativo a cada criterio (20 puntos a repartir entre los 5) en función de la importancia personal concedida a cada uno de ellos en relación a la toma de decisiones sobre dietas.

3. Cálculo individual de la puntuación global para cada opción: suma de los resultados de multiplicar, para cada criterio, la evaluación numérica de la adecuación de esa opción para ese criterio (asignado en la parte 1) por el peso relativo asignado a ese mismo criterio en la parte 2. Esta puntuación global representa, en un único parámetro, la adecuación de cada una de las opciones según la información disponible ponderada en función de los valores personales.
4. Debate y toma de decisión grupal sobre una dieta y producción de un argumento escrito colectivo justificando la elección. Al final de la sesión, los grupos expusieron oralmente la dieta escogida y las razones que motivaron su elección.

Conclusiones

Durante la implementación del proyecto se tomaron los productos escritos, notas de campo y grabaciones para la evaluación del mismo, que están en proceso de análisis. Los resultados preliminares apuntan a que el alumnado participó con éxito en las actividades de argumentación y que el proyecto favorece la reflexión crítica sobre los hábitos alimentarios, dándose el caso de alumnos que manifiestaron espontáneamente que ya están incorporando cambios en su alimentación como resultado de su participación en el proyecto. Entendemos que la elección de dietas es una CSC que depende en mayor medida de la voluntad individual, y no tanto de opciones tomadas por gobiernos y empresas, por lo que creemos que es una cuestión adecuada para llevar al aula.

Bibliografía (selección)

Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education, 32*(9), 1191-1206.

Chowning, J. T., & Griswold, J. C. (2010). *Bioethics 101*. Seattle, WA: NWABR.

Jiménez-Aleixandre M.P., & Brocos P. (2017) Processes of Negotiation in Socio-scientific Argumentation About Vegetarianism in Teacher Education. En: Arcidiacono F., Bova A. (eds) *Interpersonal Argumentation in Educational and Professional Contexts* (pp. 117-139). Springer, Cham.

Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education, 28*(14), 1689–1716.

Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., Tytler, R., & Barraza, L. (2014). Developing and using an S3R model to analyze reasoning in web-based cross-national exchanges on sustainability. *Science Education, 98*, 517–542.

Papadouris, N. (2012). Optimization as a reasoning strategy for dealing with socioscientific decision-making situations. *Science Education, 96*(4), 600-630.

Paraskeva-Hadjichambi, D., Hadjichambis, A. C., & Korfiatis, K. (2015). How Students' Values are Intertwined with Decisions in a Socio-scientific Issue. International *Journal of Environmental & Science Education, 10*(3), 493–513.

Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D. P., den Elchen, M. G. J., Eickhout, B., & Kabat, P. (2009). Climate benefits of changing diet. *Climatic Change, 95*, 83–102.

Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature, 515*(7528), 518-522.

Uso de *chatbots* para trabajar la competencia oral fuera del aula en el contexto de una asignatura de Ciencias a nivel universitario

Leyre Echeazarra Escudero[1] **y Juanan Pereira Varela**[2]

[1]Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco. UPV/EHU
leyre.echeazarra@ehu.eus

[2]Lenguaje y Sistemas Informáticos. Facultad de Informática. Universidad del País Vasco. UPV/EHU.

Resumen:

En esta comunicación se presenta un estudio cuantitativo en el que se evaluó la utilidad de un *chatbot*, diseñado específicamente para tal fin, a través de una aplicación móvil conocida (Telegram) para enseñar aspectos teóricos complejos de una asignatura de 1º curso del Grado en Enfermería relacionados con la estructura y la función del cuerpo humano. Asimismo, se buscó facilitar e impulsar la comunicación oral como una competencia profesional fundamental en la práctica enfermera. Los datos extraídos a partir de las calificaciones obtenidas, los cuestionarios de satisfacción anónimos, así como los datos de utilización del *chatbot* registrados en el propio sistema, sugieren que la aplicación móvil a través de Telegram resulta ser una herramienta didáctica que facilita el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias transversales y la colaboración entre el alumnado fuera del aula.

Palabras clave: *Smartphone; Chatbot;* TICs; Comunicación oral; Aprendizaje significativo.

Introducción

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha aumentado significativamente desde la última década del siglo XX hasta la actualidad. Esta revolución de las TIC está teniendo un gran impacto en todos los aspectos de nuestras vidas, incluida la enseñanza y el aprendizaje, ayudando a acercar las metodologías de enseñanza universitaria al plan de Bolonia, que promueve un cambio en la pedagogía hacia un currículo basado en competencias y que apuesta por prácticas pedagógicas que se adapten mejor a las y los estudiantes de las nuevas generaciones, Nativos Digitales del siglo XXI (Andone et al., 2007; Rosenberg et al., 2001). Tal y como indica Javier Tourón (Santiago et al., 2015), "estamos en la era de la personalización del aprendizaje, pero no será posible llevarlo a la práctica si no contamos con dispositivos que permitan hacerlo, sin herramientas que nos ayuden a aprender *anything, anywhere, anytime*". A este respecto, existe gran variedad de dispositivos móviles como portátiles, *notebooks*, *ebooks* o tabletas, pero el teléfono, por su versatilidad, parece ser el dispositivo por excelencia en educación (Brazuelo et al., 2011; Ruipérez-García et al., 2017; Sharples et al., 2009). De hecho, según la Asociación GSM, "prácticamente todos los estudiantes poseen un teléfono móvil y una tercera parte tiene un *smartphone* o teléfono inteligente" (GSMA, 2011).

Dada la proliferación de smartphones en los últimos años y su omnipresente uso entre los más jóvenes, vimos la oportunidad de utilizar esta tecnología con fines didácticos en un aula

universitaria de 1º curso del Grado en Enfermería, al presentarse como una herramienta útil para el aprendizaje basado en la resolución de problemas y para la adquisición de habilidades y competencias transversales, además de favorecer la creación de comunidades de aprendizaje (Santiago et al., 2015). La comunicación oral es una de las mejores herramientas que tienen los profesionales de la salud para brindar atención de calidad al paciente (Stewart, 1995; Williams et al., 1998;), por lo que el impulso de esta competencia transversal desde la formación universitaria es un aspecto fundamental a priorizar. Debido al tiempo limitado que los y las estudiantes pasan con los pacientes, y a que las necesidades para desarrollar esta competencia excede en muchas ocasiones las limitaciones espacio-temporales del aula, una alternativa es la capacitación con pacientes simulados, una estrategia ampliamente utilizada y altamente recomendada en la literatura (Berkhof et al., 2011). Tal y como indican Glick y Moore (2001), "las aplicaciones multimedia pueden ayudar a construir un paciente virtual que sirva de plataforma para la enseñanza-aprendizaje y su evaluación". Para llevar a cabo nuestro estudio, diseñamos un *chatbot*, también conocido como *talkbot*, *chatterbot* o bot conversacional, que es un programa informático que simula mantener una conversación con otra persona a través de mensajes de texto, audios o una combinación de ambos. Dicho *chatbot* se diseñó dentro de Telegram, que es una aplicación de mensajería multiplataforma gratuita, similar a WhatsApp, de la que las y los alumnos son usuarios activos y cuyos beneficios (ubicuidad, retroalimentación instantánea, compromiso con el aprendizaje) ya habían sido evidenciados a partir de un estudio piloto con preguntas y respuestas de opción múltiple implementado con alumnos en un grado universitario (Pereira et al., 2016).

Objetivos e hipótesis

Este estudio de casos-control se diseñó y ejecutó para cumplir los siguientes objetivos:

- Aplicar conceptos teóricos de la asignatura "Estructura y Función del Cuerpo Humano" para intentar resolver cuestiones que simulan situaciones reales.

- Trabajar la competencia oral, ayudando al alumnado a familiarizarse con la tarea de comunicarse de manera efectiva con los y las pacientes.

- Analizar si se observa una mejora en la adquisición de la competencia oral en el grupo experimental (ususario del *chatbot*), frente al control.

- Analizar si los alumnos del grupo experimental obtienen mejores calificaciones en los exámenes teóricos propuestos en la asignatura (test de respuestas múltiples y pregunta corta de desarrollo al finalizar cada bloque, y examen final).

Metodología

Se reclutaron 41 estudiantes de primer curso del Grado en Enfermería de la Universidad del País Vasco para este estudio. La edad promedio de los estudiantes fue 30 años (78%), habiendo 5 alumnos de mayor edad (31, 36, 41, 43 y 51 años). Este experimento se implementó en la asignatura "Estructura y Función del Cuerpo Humano", que es una asignatura interdisciplinaria en la que imparten conceptos de física, biología, genética y química relacionados con la estructura y la función del cuerpo humano. Esta asignatura tiene 6 créditos ECTS y se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso del Grado en Enfermería. Todo el alumnado era usuario activo de smartphones y conocían la aplicación móvil Telegram o, en su defecto, Whatsapp, utilizando el 60% más de 3 horas a la semana. Sin embargo, tan sólo un alumno tenía conocimientos acerca de qué es un *chatbot* y lo había utilizado previamente. Los y las participantes fueron asignados al azar a uno de los tres grupos: grupo experimental, grupo control y grupo evaluador. Todo el alumnado recibió una formación teórica idéntica en el aula, pero el grupo experimental también pudo poner estos conceptos en práctica oralmente a través de una metodología de aprendizaje

basada en problemas, utilizando para ello un *chatbot* diseñado específicamente para este fin llamado @Erizainbot a través de Telegram, mientras que el grupo control siguió una metodología tradicional con preguntas en papel. Así, al grupo de estudiantes asignados al grupo experimental se les planteó una serie de preguntas relacionadas con el tema trabajado en clase a través del *chatbot,* formuladas como si un paciente o familiar las hubiera redactado, simulando situaciones reales. Estos estudiantes debían responder a las cuestiones por voz en sus *smartphones* a través de un audio de una duración aproximada de 1 minuto. El grupo control recibió las mismas cuestiones, formuladas de forma más neutral, sin simular que fueran planteadas por un paciente y/o familiar, y debían responderlas en papel, siguiendo una metodología tradicional. Esta metodología docente se implementó en tres de los cuatro bloques temáticos que conforman la asignatura: "genética humana" (reto 1), "bioquímica y metabolismo" (reto 2) y "nutrición" (reto 3). Tras 4 ó 5 cuestiones trabajadas de cada uno de los bloques de temas, se planteó una última cuestión que todos y todas debían responder de forma oral a través de @Erizainbot (grupo experimental y grupo control) y que sería objeto de evaluación por parte del grupo y de la profesora. A pesar de que el uso de la aplicación resulta muy sencillo, los y las participantes fueron instruidos en el uso del *chatbot* a través de un simple tutorial enviado a través de Moodle. Se mantuvo un registro técnico para recopilar datos sobre la utilización del sistema. Las respuestas de voz generadas se enviaban tanto a la profesora como a los y las estudiantes pertenecientes al grupo evaluador, quienes evaluaban la validez y corrección de la respuesta dada a través del *chatbot*, actuando como si fueran el paciente o familiar simulado. Para la valoración de las mismas, se utilizó una escala Likert del 1 al 5, tomando como referencia una rúbrica de evaluación previamente facilitada por la profesora en la que se debían calificar los siguientes aspectos: 1- calidad de la información (fiable, rigurosa, científica, léxico específico) , 2- capacidad comunicativa (información presentada de forma clara y didáctica, fácil de entender, adecuada entonación, volumen de voz y ritmo) y 3- adecuación del registro según el receptor sea un profesional de la salud, un paciente o un estudiante, y según la edad (Figura 1).

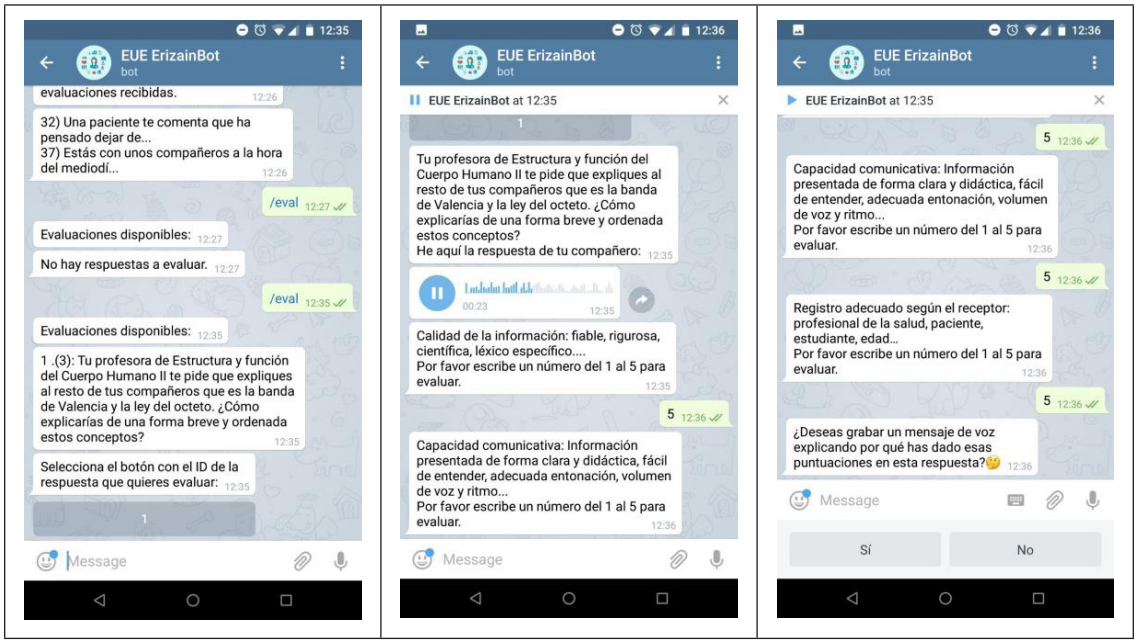


Figura 1: Evaluación de las respuestas de voz disponibles en una escala Likert 1-5

Además de valorar la capacidad comunicativa de los y las estudiantes, también se evaluó el conocimiento teórico adquirido mediante cuestionarios de opción múltiple y una pregunta de desarrollo a responder de forma breve al finalizar cada bloque de temas, así como mediante la

calificación obtenida en el examen final de la asignatura. Se compararon las medias obtenidas en ambos grupos a través del análisis de varianza con la aplicación estadística R, generando un modelo lineal entre las notas de la profesora para cada criterio y el factor que indica si un alumno pertenece al grupo experimental o control. El análisis de correlación entre las notas de la profesora y las notas de los *peer* se hizo también mediante R, usando el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y discusión

Del total de los 41 estudiantes reclutados, 30 participaron en el estudio (73%). Tal y como se muestra en la Tabla 1, el porcentaje de participación en la actividad por parte de los y las alumnas fue elevado, con tasas de participación algo menores en el caso del grupo de evaluadores, siendo especialmente acusado en el caso del último reto (reto 3). Esto puede ser debido al esfuerzo requerido por el alumnado para la realización de la tarea encomendada, que se acusó al finalizar el cuatrimestre.

Tabla 1: Porcentaje de participación del alumnado de cada uno de los grupos (experimental, control, evaluadores) en cada uno de los retos planteados (uno por cada bloque temático)

	reto 1	**reto 2**	**reto 3**
grupo experimental	82%	60%	73%
grupo control	100%	80%	50%
grupo evaluadores	60%	82%	30%

En cuanto a las calificaciones de las respuestas de voz, podemos ver que las notas que recibieron los y las alumnas pertenecientes al grupo experimental fueron algo mejores que las obtenidas por el grupo control, diferencia que quedó más claramente observada al analizar las calificaciones dadas por la profesora (p=0.006699, p=0.02424 y p=0.003507 para los retos 1, 2 y 3 respectivamente) (Tabla 2).

Tabla 2: Calificaciones obtenidas por el grupo experimental frente al grupo control en las pregunta de voz planteada al finalizar cada uno de los tres bloques temáticos. Los datos se expresan como media ± desviación estándar de las calificaciones otorgadas por el grupo de estudiantes (coevaluación) y por la profesora, tomando como calificación máxima 5.

		Calificación grupal		**Calificación profesora**	
		media	SD	media	SD
experimental	n=1	4,36	0,14	4,56	0,34
control		4,23	0,36	3,94	0,48
experimental	n=2	4,36	0,22	4,64	0,25
control		4,17	0,33	3,79	0,33
experimental	n=3	4,61	0,26	4,79	0,21
control		4,18	0,17	4,13	0,07

Posteriormente, quisimos hacer un subanálisis de las calificaciones por criterios, para lo cual realizamos un análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 3). Dicho análisis demuestra que la mejor calificación obtenida por el grupo experimental es debida, fundamentalmente, a una mejor valoración en el criterio 3 (adecuación del registro según el receptor). Tal y como se observa en la tabla, en los retos 1 y 2, las calificaciones correspondientes al criterio 2 (capacidad comunicativa) también parecen estar relacionadas con la práctica oral realizada a través del *chatbot*. Sin embargo, no parece reportar beneficios en cuanto al criterio 1 (calidad de la información).

Tabla 3: Análisis de varianza (ANOVA) de las calificaciones dadas por la profesora según criterios (1- calidad de la información, 2- capacidad comunicativa y 3- adecuación del registro según el receptor). Significado de los códigos: *** p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05

	Valor p		
criterio	Reto 1	Reto 2	Reto 3
1	0.1305	0.04097 *	0.1819
2	0.0007023 ***	0.006982 **	0.2384
3	0.005102 **	0.0003448 ***	0.003212 **

En cuanto a las calificaciones obtenidas en los test y preguntas cortas realizadas al finalizar cada uno de los bloques temáticos y el examen teórico final de la asignatura por ambos grupos de estudiantes (experimental y control), se observó una discreta mejoría en las notas obtenidas en los tests por parte del grupo experimental (7,85 ± 0,69 y 7,35 ± 1,08 sobre una calificación máxima de 10 puntos en los grupos experimental y control, respectivamente), resultando mucho más evidente al analizar las calificaciones obtenidas en la pregunta corta de desarrollo, a través de la cual se pretendía trabajar la comunicación escrita (7,37 ± 1,53 y 5,71 ± 1,29 sobre una calificación máxima de 10 puntos en los grupos experimental y control, respectivamente). No se observaron diferencias en las calificaciones obtenidas en el examen teórico final de la asignatura (7,70 ± 0,17 y 7,57 ± 0,23 sobre una calificación máxima de 10 puntos en los grupos experimental y control, respectivamente).

Conclusiones

El análisis de los datos de participación de los y las alumnas en el estudio presentado demuestra que el alumnado acogió muy bien la propuesta de practicar la competencia oral a través de un *chatbot* diseñado específicamente para trabajar conceptos teóricos de la asignatura (@ Erizainbot), a la vez que creamos un espacio para simular situaciones reales y una comunidad de aprendizaje colaborativo en red. Los datos cuantitativos arrojados por el análisis de las calificaciones obtenidas por el grupo experimental en comparación con las obtenidas por el grupo control en las respuestas de voz generadas, parecen demostrar que la práctica oral a través del *chatbot* resulta útil y eficaz para desarrollar la competencia comunicativa. Del subanálisis por criterios se observa que la diferencia entre las calificaciones obtenidas por ambos grupos se debe, principalmente, a una mejor calificación en el criterio "adecuación del registro según el receptor", lo cual parece indicar que el *chatbot* es capaz de simular situaciones reales y que resulta ser una herramienta eficaz para trabajar dicho aspecto de la comunicación, especialmente importante para la profesión enfermera. Por otro lado, la práctica con el *chatbot* no parece resultar en una mejor calificación en el aspecto "calidad de la información" de las respuestas de voz, ni en las pruebas escritas consistentes en respuestas de opción múltiple. Tan sólo se observó mejoría cuando el alumnado tuvo que responder a preguntas de desarrollo, lo que implicaba, por tanto, la comunicación escrita como competencia transversal.

Bibliografía

Andone, D., Dron, J., Pemberton, L., y Boyne, C. (2007). E-learning environments for digitally-minded students. *Journal of Interactive Learning Research*, *18*(1), 41–53.

Brazuelo G, Francisco y Gallego Gil, Domingo J. (2011). *Mobile Learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo.* Sevilla: Editorial MAD S.L.

Berkhof M., van Rijssen H.J., Schellart A.J., Anema J.R. y van der Beek A.J. (2011). Effective training strategies for teaching communication skills to physicians: an overview of systematic reviews. *Patient Education and Counseling*, *84*(2), 152–162.

Glick, T. H., y Moore, G. T. (2001). Time to learn: the outlook for renewal of patient-centred education in the digital age. *Medical Education*, *35*(5), 505-509.

GSMA (2011). *Mobile Education in the United Kingdom*. London: GSMA Head Office.

Pereira J., Medina H. y Díaz O (2016). Uso de Chatbots en la Docencia Universitaria. En A.L. Ferreiro, M.G. Gericota, *TICAI 2016: TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería* (pp.97-103). Madrid: IEEE, Sociedad de Educación, Capítulos Español y Portugués. Rosenberg M. (2001). *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. New York: McGraw-Hill.

Ruipérez-García, G., Cabrero-García, J. C. y Palazio-Arko, G. (2017). Estrategias para fomentar el aprendizaje autónomo de lenguas mediante el uso de dispositivos móviles (mobile learning). *International Journal of Educational Research and Innovation*, 8, 281-292.

Santiago, R., Trabaldo, S., Kamijo, M., y Fernández, A. (2015). *Mobile learning: nuevas realidades en el aula*. Digital-Text.

Sharples, M., Amedillo I., Milrad M. y Vavoula, G. (2009) Mobile Learning: Small devices, Big issues. En N. Balacheff, S. Ludvigsen, T. de Jong, A. Lazonder, S. Barnes (Eds.), *Technology-Enhanced Learning: Principles and Products* (pp.233-249). Heidelberg, Germany: Springer.

Stewart, M.A. (1995). Effective physician-patient communication and health outcomes: a review. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 152(9): 1423–1433.

Williams S., Weinman J. y Dale J. (1998). Doctor-patient communication and patient satisfaction: a review. *Family Practice*, *15*(5), 480–492.

Obtención de *feedback* inmediato y representativo con *smartphones* y tabletas: dos experiencias en la clase de Ciencias usando *PollEverywhere*

Gregorio Jiménez Valverde

Institut Mercè Rodoreda, L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

gjimene2@xtec.cat

Resumen:

PollEverywhere es una herramienta basada en tecnología web que, a través de cualquier dispositivo con conexión a Internet (tableta, *smartphones*, ordenador…) le permite al profesorado obtener, de forma gratuita, un *feedback* inmediato y representativo de todos sus estudiantes. Se describe el uso de esta herramienta en dos grupos diferentes (estudiantes de FP de Química y del grado de Educación Primaria) en una variedad de contextos diferentes: para explorar los conocimientos previos, para conocer el grado de entendimiento de conceptos explicados en clase, en la fase de predicción de prácticas POE e incluso en actividades cooperativas de argumentación, como son los *Concept Cartoons*.

Palabras clave: obtención *feedback*; enseñanza de las ciencias; educación superior; *Polleverywhere*; teléfonos móviles, TIC.

Introducción

A menudo el profesorado puede desear tener un *feedback* inmediato de sus estudiantes, por ejemplo, a la hora de comprobar si se ha entendido una explicación. El docente puede pedirles que escriban la respuesta a una pregunta en una pizarrita que luego mostrarán, que usen cartulinas de diferentes colores para elegir una respuesta de entre varias alternativas, que voten a mano alzada o directamente puede preguntar a toda la clase y esperar que los estudiantes (normalmente, voluntarios) respondan de viva voz. En todos estos métodos, la falta de anonimato en las respuestas frena a algunos estudiantes a responder en clase (Freeman, Blayney, y Ginns, 2006), fundamentalmente por temor a sentirse ridículos o ser reprendidos si responden incorrectamente (Beekes, 2006). El *feedback* obtenido en estos casos no es, por tanto, representativo. El objetivo de nuestra propuesta es, por tanto, encontrar una manera de obtener un *feedback* inmediato y representativo.

Antes de la irrupción de los teléfonos móviles inteligentes (*smartphones*) y tabletas, existían dispositivos que posibilitaban obtener ese *feedback* inmediato y anónimo, y por tanto representativo, llamados *clickers.* Estos dispositivos consisten en pequeños transmisores que emiten la respuesta del estudiante a un receptor, que acumula las respuestas, al estilo del "comodín del público" del concurso televisivo "¿Quién quiere ser millonario"? Pero además de permitir tener un *feedback* inmediato y representativo de todos los estudiantes (gracias al anonimato de las respuestas), diversos estudios han revelado actitudes positivas del alumnado –y del profesorado– a la hora de adoptar *clickers* en sus clases, con un aumento de la atención, participación

y del rendimiento de los estudiantes (Clearly, 2008; Stowell y Nelson, 2007), especialmente cuando hay algún elemento de cooperación entre ellos (MacArthur y Jones, 2008).

Sin embargo, los *clickers* también presentan inconvenientes: la limitación que supone poder hacer preguntas únicamente de respuesta múltiple, problemas técnicos que pueden surgir durante su uso (El-Radi, 2006) y, especialmente, su alto coste. La proliferación de tabletas y *smartphones* entre nuestro alumnado permite remplazar los costosos *clickers* por estas tecnologías móviles.

PollEverywhere

PollEverywhere (http://www.polleverywhere.com) es una tecnología web que permite obtener un *feedback* inmediato y anónimo de todos los estudiantes. Como en el caso de los *clickers*, estas preguntas pueden ser de respuesta múltiple, pero también se permiten otro tipo de preguntas, como preguntas abiertas, encuestas, ordenar una serie de ítems o incluso clicar una zona de una imagen como respuesta.

Además de los planes de pago, *PollEverywhere* dispone de un plan gratuito –que es en el que nos centraremos en este trabajo– que permite recoger hasta 40 respuestas para una pregunta determinada, sin límite de preguntas. Para usarlo únicamente es necesario un dispositivo con conexión a Internet (*smartphone*, tableta, PC…), ya que el estudiante simplemente tiene que dirigirse a la URL de la cuenta de su profesor (www.pollev.com/*nombre-de-usuario*). Una vez el docente ha creado y "lanzado" la pregunta, ésta aparecerá automáticamente en los dispositivos de los estudiantes y, en tiempo real, se irán recogiendo las respuestas. El docente puede optar por permitir a los estudiantes ver cómo van llegando las respuestas o impedirlo, para evitar que las primeras respuestas condicionen las de los estudiantes que aún faltan por responder. También puede incrustar las encuestas en diapositivas de *PowerPoint* o *Google Slide*, con lo que se obtiene una sensación de uniformidad en la presentación: las preguntas se van lanzando automáticamente a los dispositivos de los estudiantes cuando se proyecta una diapositiva con una encuesta incrustada.

Descripción de las experiencias

Las experiencias con *PollEverywhere* descritas en este trabajo se han llevado a cabo durante el curso 2014-15 con estudiantes de la asignatura "Técnicas fisicoquímicas y químicas de análisis de aguas" del Ciclo Formativo de Grado Superior de Química Ambiental, en el Institut Mercè Rodoreda, de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) y durante los cursos 2012-13, 2013-14 y 2014-15 con estudiantes de la asignatura "Didáctica de la materia, la energía y la interacción" (DMEI) del grado de Educación Primaria de la Universitat de Barcelona.

Estudiantes del Ciclo Formativo de Química Ambiental

En el caso de los estudiantes del ciclo formativo, *PollEverywhere* se utilizó en la evaluación inicial y formativa. En la evaluación inicial, sirvió al profesor para saber cuánto recordaban los estudiantes de su paso por Bachillerato (ejemplo: https://goo.gl/CV9Zdh). En este caso, las preguntas formuladas se situaban en el nivel 1 de la taxonomía revisada de Bloom: recordar (Anderson y Krathwohl, 2001).

Por lo que respecta a la evaluación formativa, las preguntas formuladas pretendían comprobar el grado de comprensión de los conceptos trabajados en clase. En esta ocasión, las preguntas lanzadas a los estudiantes habitualmente se situaban en el nivel 2 (comprender) y 3 (aplicar) de la taxonomía revisada de Bloom (figura 1). En este caso, si el porcentaje de respuestas correctas era inferior al 25%, el profesor volvía a explicar el concepto, pero utilizando otro enfoque. Si el porcentaje era superior al 75%, se discutía brevemente la pregunta y se pasaba a la siguiente.

Figura 1. Estudiantes del Ciclo Formativo contestando a la pregunta "¿Cuáles de las siguientes acciones aumentan la solubilidad del $Cu(OH)_2$ en una solución acuosa saturada?" de nivel 3 (aplicar) de la taxonomía revisada de Bloom. Respuestas consultables en: https://goo.gl/nZhFmH

Pero si el porcentaje de corrección estaba entre el 25 y el 75% (lo cual implica que el conocimiento correcto está entre parte del alumnado), antes de que el profesor debatiera la pregunta con los estudiantes, se permitía que éstos discutieran primero entre ellos las respuestas que habían dado, de acuerdo con la metodología propuesta por Mazur (2009).

Estudiantes del grado de Educación Primaria

Además de para comprobar el grado de comprensión de un determinado tema al finalizarlo, como se ha explicado con estudiantes del Ciclo Formativo, *PollEverywhere* se ha usado de una manera más intensiva con el alumnado del grado de Educación Primaria, a lo largo de toda la asignatura:

Exploración de conocimientos previos

Al inicio de cada tema, el profesor lanzaba una serie de preguntas, normalmente en forma de cuestiones de respuesta múltiple (nivel 1, recordar), que tenían como objetivo la exploración de los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema a tratar. Así, por ejemplo, una de estas preguntas puso de manifiesto que el 100% de los estudiantes de un grupo no tenía claro que el aire es una disolución: https://goo.gl/dfcnsK. En otras ocasiones la pregunta era de respuesta abierta, como por ejemplo "¿Cómo separarías una mezcla de arena y sal?" (ejemplo de respuestas de un grupo a esta pregunta: https://goo.gl/QREigv).

Predicción-Exploración-Observación (POE)

Las prácticas de Predicción-Exploración-Observación (White y Gunstone, 1992), son una excelente herramienta constructivista en la enseñanza de las ciencias que obligan al estudiante a pensar y explicitar qué sucederá antes de que se produzca un fenómeno, a describir lo que observan cuando dicho fenómeno tiene lugar y, por último, a establecer una explicación coherente que reconcilie lo que predijeron con lo que finalmente observaron, en el caso de existir discrepancias.

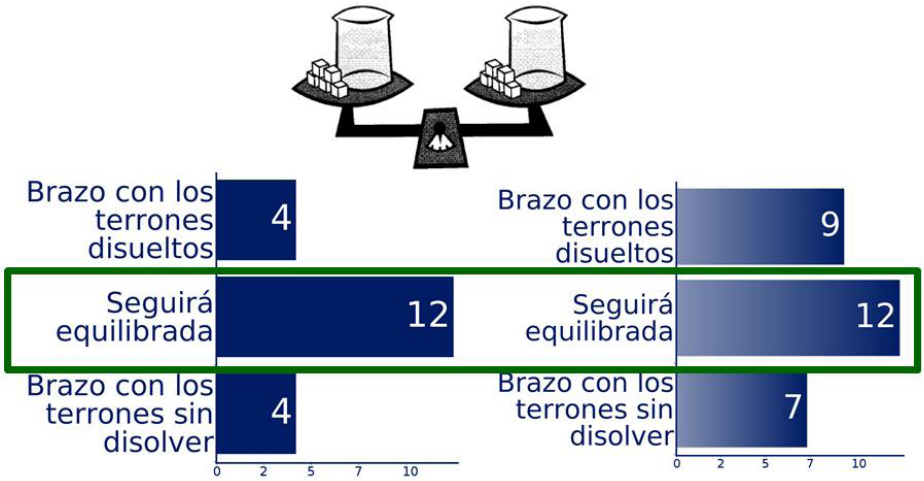


Figura 2. Fase de predicción (POE). Respuestas de estudiantes de DMEI (N=48) a "En una balanza equilibrada con un vaso de agua y unos terrones de azúcar en cada plato, ¿hacia dónde se inclinará cuando se disuelvan los terrones de azúcar en agua en uno de los dos platos?"

Concept Cartoons

Un *Concept Cartoon* es un recurso educativo creado por Keogh y Naylor (1998), consistente en una viñetas tipo cómic en la que aparece una serie de personajes que, con brevedad y sin usar un lenguaje técnico, expresan distintas opiniones sobre algún fenómeno científico, normalmente en un contexto cotidiano y que usamos como recurso educativo en las clases de esta asignatura.

Se utilizó *PollEverywhere* tanto para preguntar a los estudiantes cuál de los personajes de la viñeta tenía razón (figura 3) como para pedirles que justificaran su respuesta, todo ello en un ambiente cooperativo en el que se favorecía la discusión y argumentación de las respuestas entre los estudiantes (Jiménez, 2016).

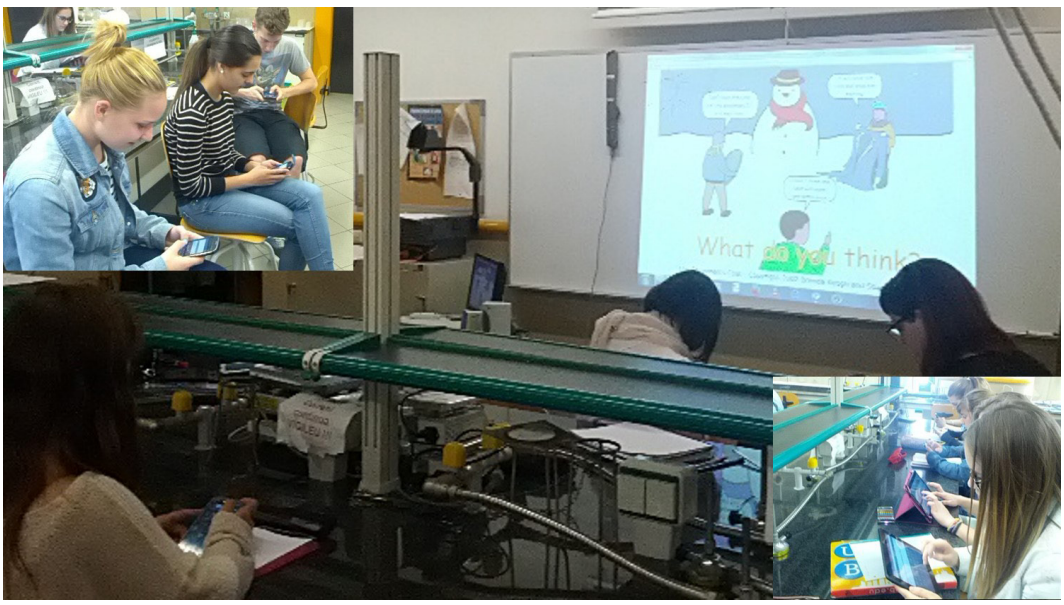


Figura 3. Estudiantes de DMEI del grado de Educación Primaria (UB) votando a través de ***PollEverywhere*** cuál de los caracteres del ***Concept Cartoon*** "el muñeco de nieve" tiene razón.

Valoración de la experiencia

La valoración por parte del alumnado del ciclo formativo se llevó a cabo preguntándoles "¿Qué te parece el sistema *PollEverywhere* aplicado a las clases de esta asignatura?", usando el propio *PollEverywhere* como medio para recoger las respuestas (pueden consultarse en: https://goo.gl/AP43Wn). Las 25 respuestas recogidas indican una valoración positiva de la experiencia, destacando como ventajas el anonimato ("es útil porque, al ser anónimo, no da vergüenza responder") y el hecho de que sea "ameno" y "entretenido". Un estudiante comentó que "es mejor si no tuviéramos que pensar", en referencia a esas preguntas de los niveles 2 y 3 de la taxonomía revisada de Bloom.

En cuanto a los estudiantes del grado de Educación Primaria, éstos completaron una encuesta al final de curso en la que, entre otras preguntas, se les pidió que indicaran los aspectos positivos y negativos que encontraron con el uso de *PollEverywhere*. La tabla 1 recoge las respuestas de los estudiantes, a lo largo de los 3 cursos de la experiencia.

Tabla 1. Respuestas de los estudiantes de Educación Primaria a la pregunta "Indica los aspectos positivos y negativos del uso de *PollEverywhere* en las clases de la asignatura" (N=71)

Aspectos positivos		**Aspectos negativos**	
Aspectos pedagógicos	22,5 %	Ninguno	50,7%
Anonimato	18,3 %	Problemas técnicos	31,0 %
Mayor motivación	16,9 %	Provoca distracción en clase	11,3 %
Más participación e interacción	15,5 %	Ver respuestas de los compañeros mientras se vota	2,8 %
Facilidad y rapidez	9,9 %		
Aplicación TIC en el aula	5,6 %	Otros	4,2 %
Mayor atención en clase	4,2 %		
Otros	7,1 %		

El mayor porcentaje de respuestas sobre aspectos positivos (22,5 %) fueron los aspectos pedagógicos relacionados con esta experiencia, como la "posibilidad de explorar los conocimientos previos sobre un tema" o que "se mejora la comprensión de los conceptos". En este sentido, coincidimos con Mazur (2009) cuando afirmó que, incluso cuando en un grupo de estudiantes ninguno acierta inicialmente la respuesta de una pregunta, la discusión grupal posterior mejora la comprensión de ese tema. De hecho, en la experiencia con *Concept Cartoons* y *Polleverywhere* (Jiménez, 2016) ya comprobamos cómo el porcentaje de respuestas correctas aumentaba simplemente dejando que los estudiantes discutieran la pregunta en pequeños grupos, sin ninguna intervención por parte del docente.

A continuación, un 18,3 % de los estudiantes señaló el anonimato como una ventaja a la hora de responder ("la votación anónima permite que cada alumno pueda hacer su propia reflexión de la pregunta y exponer su respuesta sin ningún miedo"). Este anonimato proporcionó la seguridad y confianza suficiente para que todos los estudiantes respondieran, permitiendo, por tanto, tener un *feedback* representativo de todos los estudiantes. También destaca el aumento de la participación y la mayor interacción (15,5 %), ya que esta herramienta no solo fomenta la interacción entre el docente y sus estudiantes, sino que también lo hace entre ellos.

Otros aspectos positivos citados con menor frecuencia fueron la rapidez y facilidad de uso, el hecho de prestar más atención en clase gracias a este sistema y el hacer un uso innovador del

teléfono móvil como recurso TIC en el aula, algo que hace tan solo unos pocos años ni se consideraba (Jiménez y Llitjós, 2006).

En cuanto a los aspectos negativos, cabe destacar que la mitad del alumnado no indicó ninguno, lo cual supone en sí mismo un aspecto positivo. La adversidad más frecuentemente comentada (31,0 %) se refería al apartado técnico: problemas con sus propios móviles y, especialmente, con la cobertura wifi en el aula (algunos estudiantes habían agotado la tarifa de datos mensual de su operador de telefonía y tenían problemas con la cobertura wifi de la universidad). La distracción que puede provocar este sistema en el momento de la votación y el ver las respuestas que van dando los compañeros ("ver los porcentajes a tiempo real hace que votes lo que vota la mayoría cuando no sabes la respuesta, porque te da miedo fallar") fueron otros de los aspectos negativos recogidos, con el 11,3% y el 2,8% de las respuestas, respectivamente.

Referencias bibliográficas

Anderson, L. M. y Karthwohl, D. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Nueva York: Longman.

Beekes, W. (2006). The 'Millionaire' method for encouraging participation. *Active Learning in Higher Education*, *7*(1), 25-36.

Clearly, A. M. (2008). Using wireless response systems to replicate behavioral research findings in the classroom. *Teaching of Psychology, 35*(1), 42-44.

El-Rady, J. (2006). To click or not to click: That's the question. *Innovate Journal of Online Education*, 2(4). Recuperado de https://www.learntechlib.org/d/104268

Freeman, M., Blayney, P. y Ginns, P. (2006). Anonymity and in class learning: The case for electronic response systems. *Australasian Journal of Educational Technology, 22*(4), 568-580. DOI: https://doi.org/10.14742/ajet.1286

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006). Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5(1), 1-14. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N1.pdf

Jiménez, G. (2016). Los *Concept Cartoons* en estudiantes de Magisterio: una experiencia innovadora de aprendizaje cooperativo. En *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 49-56). Badajoz: Bravo Galán, J.L. Recuperado de: http://eventos.unex.es/file_manager/getFile/8306.html

Keogh, B. y Naylor, S. (1998). Teaching and Learning in Science using Concept Cartoons. *Primary Science Review*, 51, 14-16.

MacArthur, J. R. y Jones, L. L (2008). A review of literature reports of clickers applicable to college Chemistry classrooms. *Chemistry Education Research and Practice*, *9*(3), 187-195

Mazur, E. (2009). Farewell, lecture? *Science, 323*(5910), 50-51.

Stowell, J.R. y Nelson, J.M. (2007). Benefits of electronic audience response systems on student participation, learning, and emotion. *Teaching of Psychology, 34*(4), 253-258.

White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). Probing understanding. Londres: The Falmer Press.

Uso de la red social Twitter como recurso educativo en las clases de Biología y Geología: evolución desde 4º de ESO a 1º de Bachiller

Marta Reina Vázquez[1], José Eduardo Vílchez López[2], Marta Ceballos Aranda[2]

[1]Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU y Colegio Santa Ana de Sevilla;
[2]Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU.

mreina@ceuandalucia.es

Resumen:

Este estudio presenta la evolución de la percepción del alumnado en el uso de la red social Twitter en las clases de Biología y Geología. En la asignatura de 4º de ESO se fomentó como medio de búsqueda de información científica de actualidad y se implementó la actividad del tweet del día para extraer las ideas principales del tema estudiado. La mayoría de los estudiantes que continuaron con la asignatura en bachiller destacan significativamente su validez para estar conectados con noticias de actualidad en esta área, además reconocen que las actividades planteadas en Twitter les ayudan a reforzar y sintetizar las ideas más importantes del currículo. Los estudiantes quieren seguir usando el recurso y plantean como sugerencia didáctica alternativa actividades con otras redes sociales (Instagram).

Palabras clave: Twitter, microblogging, Educación Secundaria Obligatoria, redes sociales, enseñanza de las ciencias.

Introducción

Las redes sociales están revolucionando la forma de relación entre las personas y colectivos de forma decisiva. En concreto, en nuestro país, según el último estudio del observatorio de las redes sociales (Thecocktailanalysis, 2016), Twitter presenta un 39% de índice de penetración entre la población internauta por detrás de Facebook e Instagram. Esta realidad no pasa desapercibida para la comunidad educativa y plantea la posibilidad de "focalizar" y "redireccionar" el uso cotidiano de Internet y del móvil a situaciones instruccionales (Young, 2010 en Medina, Romero y González, 2011). Son numerosas las investigaciones que están incorporando las redes sociales, en concreto de Twitter, a los procesos de enseñanza aprendizaje (De Haro, 2010; Jiménez, 2012). Los usos que se realizan son variados: informar de las actividades de clase, revivir acontecimientos históricos, descubrir noticias de actualidad, compartir lo aprendido, interactuar con los demás y debatir (Espeso, 2009).

En el ámbito de la Educación Superior existe suficiente constancia de su uso docente, de las implicaciones educomunicativas derivadas, de las posibilidades y dificultades de las actividades de twitteo o de su potencial para generar pensamiento crítico y aprendizaje colaborativo, entre otros aspectos (Abella et al., 2018; Arroyo, 2012; Feliz, Feliz y Rocoy, 2013; Hortigüela, 2016; Medina et al., 2011; Martínez-Rodrigo y Raya-González, 2013; Noguera 2014 y 2015).

En cambio, las experiencias realizadas con alumnos de educación no superior, en España e Hispanoamérica, son muy escasas y los pocos docentes que las han puesto en práctica son auténticos pioneros. Puede verse un listado de experiencias con microblogging en el wiki EduTwitter (De Haro, 2009). Desde hace unos años en el Colegio Santa Ana de Sevilla, centro

donde imparte docencia una de los autoras, se utiliza Twitter como recurso educativo en algunas clases de ciencias de la ESO y Bachiller. Recientemente hemos presentado una descripción de la experiencia así como datos preliminares sobre las percepciones de los estudiantes (Reina y Vílchez, 2017). Presentamos ahora datos completos correspondientes al análisis de los resultados de la experiencia al finalizar el curso 2016/2017 (4º ESO), así como la evolución en el uso del recurso por parte de los estudiantes que han continuado con esta actividad en 2017/2018 (1º de Bachillerato). En concreto nos planteamos como objetivos valorar la opinión del alumnado sobre el uso de la red social Twitter en las clases de Biología y Geología, estudiar su evolución al cambiar de curso y sondear sus propuestas de mejora y sugerencias didácticas.

Metodología

Escenario formativo y participantes

Esta experiencia comenzó el curso 2016/2017 como actividad voluntaria en las clases de la asignatura optativa de Biología y Geología de 4º de ESO en el Colegio Santa Ana de Sevilla. Los alumnos, con una edad comprendida entre los 16-17 años, estaban organizados en dos grupos A (n=19) y B (n=17). Al inicio del curso se les presentó la cuenta de Twitter @Beaglestana, gestionada por la profesora, y se les planteó el uso de la red social como recurso educativo complementario desde dos puntos de vista. El primero, como medio de comunicación de noticias científicas de interés, incentivando el retuiteo entre los alumnos de aquellas que fueran de relevancia para el tema estudiado o para la comunidad científica en general. El segundo, como actividad de refuerzo de lo trabajado en clase, escribiendo "el tweet del día" donde recogerían las ideas fundamentales extraídas del tema, quedando identificado éste por un hashtag o etiqueta.

Se presentaron resultados preliminares del análisis de la experiencia (Reina y Vílchez, 2017), y al finalizar el curso 2016/2017 se realizó una valoración completa de la percepción de los estudiantes mediante un cuestionario inspirado en Arroyo(2012).

El estudio se ha continuado en 2017/2018 con parte de los estudiantes participantes el curso anterior (n=11), que escogieron la optativa de Biología y Geología de la modalidad de Ciencias, al acceder a 1º Bachiller. Se les propuso continuar con el uso de la red social como recurso educativo con los mismos objetivos del año anterior. En enero de 2018 se volvió a valorar la opinión del alumnado.

Instrumentos y análisis de datos

Se ha llevado a cabo la identificación de usuarios participantes y cuantificación de las intervenciones en las actividades "tweet del día" y "retweets de noticias científicas".

Para valorar la percepción del alumnado se ha empleado un cuestionario (ver anexo) que consta de 18 ítems en escala Likert (1 "nada de acuerdo", 4 "máximo acuerdo") que describen el uso (A), la opinión (B) y la utilización que se estaba realizando de Twitter en las clases de Biología y Geología (C). En este trabajo nos hemos centrado en el análisis de los resultados del bloque C, correspondientes al uso en las clases. En el caso de los estudiantes que han continuado con la experiencia en 2017/2018 se ha añadido a la toma de datos algunas preguntas abiertas con el fin de analizar el grado de seguimiento del recurso, qué mantendrían y/o modificarían de su uso actual, así como sugerencias de mejora.

Se registraron porcentajes, frecuencias y medias de las respuestas de los estudiantes al cuestionario. Se ha explorado la posible evolución de los estudiantes que han continuado la experiencia mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon (con un nivel de significación $\alpha = 0,05$).

Las preguntas de respuesta abierta se han analizado estableciendo categorías a posteriori, a partir del contenido de las mismas según patrones de ideas y palabras-clave. Después se realizó un recuento de la presencia de éstas en todos los individuos.

Resultados

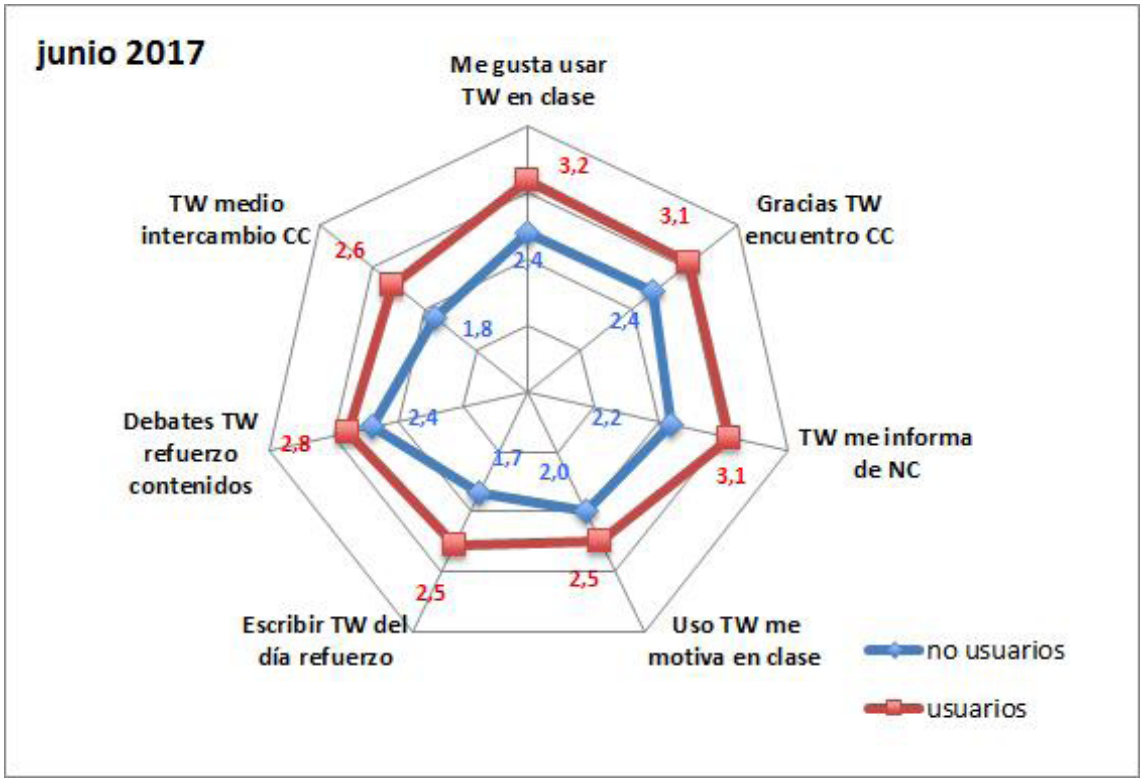
Durante el curso 2016/2017 el porcentaje de alumnos usuarios, entendidos estos como aquellos que disponían de cuenta en la red social Twitter, era del 72%; de estos, el 50 % participó en la actividad del tweet del día. Al comparar estos resultados con los obtenidos en enero de 2018, se aprecia un aumento considerable tanto de los usuarios de la red (91%) como de los que la usan para la actividad mencionada (73%). Asimismo la proporción de tweets escritos a la semana por usuario fue casi tres veces mayor en este nuevo curso respecto al anterior (1,6 frente a 0,6). Sin embargo, el análisis de la proporción de los retweets de noticias científicas de interés por semana casi no muestra diferencias entre ambos periodos (0,3 frente a 0,2).

Aunque no es el interés principal de este trabajo, en cuanto al uso personal y opinión sobre la red social Twitter (bloques A y B del cuestionario) podemos decir que en el caso de los estudiantes usuarios se observa claramente que no es su red social favorita, y que tienen interés por la búsqueda de personas o instituciones. Por otra parte, manifiestan la excesiva exposición de algunos tuiteros en la red. Estos estudiantes no participaban activamente pero observaban en clase el desarrollo de las tareas por parte de sus compañeros usuarios. Las respuestas entre este tipo de alumnos resultan bastante dispares, no mostrando un patrón definido. Respecto a estos resultados no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de alumnos que comenzó la experiencia en 4º de la ESO y los que han continuado en primero de bachiller.

El análisis de la percepción del alumnado respecto al uso de la red social Twitter en las clases de Biología y Geología (bloque C del cuestionario), se lleva a cabo mediante la comparación de los porcentajes de acuerdo y las representaciones gráficas (figuras 1 y 2) donde se muestran las medias de valoración de los ítems en junio de 2017 (4º de ESO) y en enero de 2018 (1º Bachiller), respectivamente. Son gráficos radiales en los que cada eje corresponde a los ítems considerados y en los que se comparan las opiniones de los usuarios frente a los no usuarios de la red social. Tal como era esperado las medias de valoración son más altas entre los usuarios (las de los no usuarios solo aparecen representada en la gráfica de junio de 2017, ya que enero de 2018 solo ha quedado un estudiante no usuario). Los ítems más valorados en junio 2017 (figura 1) fueron C1 y C2 que corresponden a “Me gusta el uso de Twitter en las clases” (media 3,2; porcentajes acuerdo 3-4: 77,3%) y “Gracias a Twitter puedo encontrar contenidos científicos relacionados con los temas de estudio” (media 3,1; porcentajes acuerdo 3-4: 86,4%). La actividad del tweet del día es la menos valorada (medias de 2,5; porcentajes acuerdo 3-4: 50%).

Este patrón de resultados se consolida en enero de 2018 con los estudiantes que continuaron la experiencia (figura 2) detectándose un ligero aumento de las medias de todos los ítems excepto en C7 “Twitter me ofrece la posibilidad de tratar de temas científicos con personas de fuera de mi entorno educativo” (media 2,2; porcentajes acuerdo 3-4: 50%). El análisis de estas diferencias muestra que no son estadísticamente significativas excepto en el caso del ítem C2 “Gracias a Twitter puedo encontrar contenidos científicos relacionados con los temas de estudio”, es decir, los alumnos que han continuado con el uso de la red social, aumentan su consideración por twitter para encontrar contenidos relativos al currículo estudiado (media=3,1; porcentajes acuerdo3-4: 86,4% en 2017 frente a media=3,6 en 2018; porcentaje acuerdo 3-4: 100%). La prueba de los rangos de Wilcoxon indica para este ítem C2 un valor del estadístico $Z = -2,070$ y $p = 0,038$.

En cuanto a los ítems de respuesta abierta (anexo 1), el 88% de los estudiantes justifica seguir usando Twitter en las clases porque contribuye como actividad de refuerzo de lo aprendido, mientras que el 50% destaca la ayuda que le ofrece respecto a la síntesis de las ideas principales. La posibilidad de buscar noticias científicas de interés es resaltada por el 38% del alumnado. La mayoría (75%) no modificaría nada de su uso actual y está de acuerdo en seguir manteniéndolo. Respecto a las sugerencias de actividades didácticas relacionadas con esta red social u otras, el 63% del alumnado propone el uso de Instagram para compartir las exposiciones y los experimentos que día a día se realizan en clase.



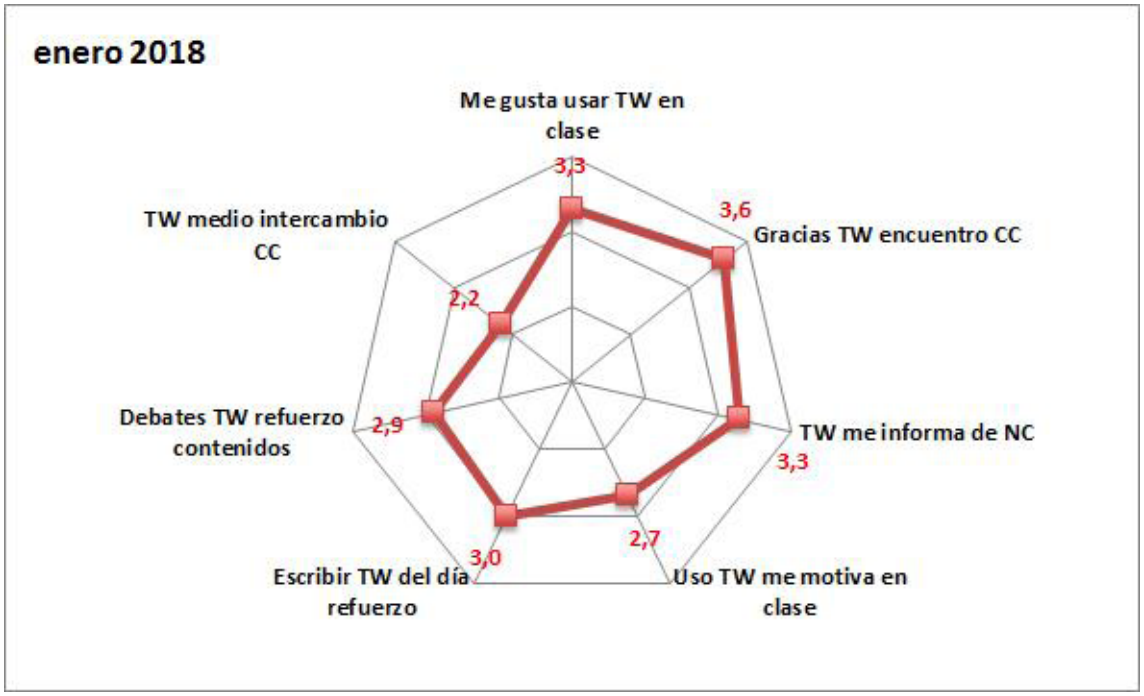


Figura 1 (junio 2017) y **2** (enero 2018): Medias de valoración de los ítems sobre el uso de Twitter en las clases de Biología de 4º ESO (sección C cuestionario). (TW: Twitter, CC: conocimiento científico, NC: noticias científicas)

Conclusiones

Los resultados presentados sobre el uso voluntario de la red social Twitter en las clases de Biología y Geología durante un curso académico (4º de ESO) y su continuación en el siguiente (1º de Bachillerato), indican que una mayoría de estudiantes ya tenía cuenta aunque no era su red social favorita. Entre otros aspectos los estudiantes descubrieron y valoraron favorablemente poder conocer de primera mano la actualidad en ciencias a través de la red social que les conectaba con instituciones, universidades, publicaciones de carácter científico. Esta función informativa queda reflejada en los ítems mejor valorados (C1 y C3). Otros usos didácticos más específicos han sido algo menos valorados, aunque en general la apreciación resulta destacada y equilibrada en todos los aspectos considerados y muy superior, tal como cabría esperar, a la de los no usuarios. La continuación de la experiencia el curso siguiente con parte de los estudiantes, ha mostrado una consolidación en el uso de la red social como recurso didáctico para mejorar el aprendizaje de la Biología y Geología a pesar del sobreesfuerzo que para estos estudiantes supone la actividad. Incluso en algún aspecto, como la búsqueda de contenidos científicos de su área de estudio, se registra un aumento en su consideración. La argumentación utilizada por estos estudiantes para justificar el uso continuado del recurso se basa en su potencial para generar refuerzo y síntesis de ideas principales en lo aprendido. Esta consolidación en el tiempo, se manifiesta incluso en antiguos alumnos, que siguen realizando contribuciones destacadas (la experiencia en el uso de Twitter se viene realizando desde hace algunos años en el centro), retuiteando espontáneamente con cierta frecuencia algún hecho de interés para la ciencia.

Los resultados presentados nos reafirman en el potencial de este recurso y en la necesidad de continuar el estudio, mejorando los instrumentos y entrevistas para la toma de datos así como el análisis estadístico. Además un reto que consideramos importante es profundizar en el tipo de actividades realizadas, incorporando enfoques educativos de carácter colaborativo en el que el uso de Twitter sea clave, o explorando las posibilidades de otra red social como Instagram.

Referencias bibliográficas

Abella-García, V., Delgado-Benito, V., Ausín-Villaverde, V. y Hortigüela-Alcalá, D. (2018). To tweet or not to tweet: Student perceptions of the use of Twitter on an undergraduate degree course, *Innovations in Education and Teaching International*, DOI: 10.1080/14703297.2018.1444503

Arroyo, A. (2012). *Uso docente e implicaciones educomunicativas en la educación superior*. (Trabajo final de Máster). Universidad Nacional de Educación a Distancia.

De Haro, J.J. (2009). *Microblogging para la educación*. Recuperado de: http://jjdeharo.blogspot.com.es/2009/08/microblogging-para-la-educacion.html.

De Haro, J. J. (2010). *Redes sociales para la educación*. Madrid: Anaya Multimedia.

Espeso, P. (2009). *¿Cómo podemos usar Twitter con nuestros alumnos? Educación 3.0 La revista para el aula del siglo XXI.* Recuperado de: http://www.educaciontrespuntocero.com/novedades2/software2/como-usar-Twitter-en-educacion/36885.html.

Feliz, T., Feliz, S. y Ricoy, M.C. (2013). Las actividades de twitteo: posibilidades y dificultades. En M.T. Tortosa, J.D. Álvarez y N. Pellín (Coords.), *Actas XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria* (pp. 1551-1560). Alicante: Universidad de Alicante.

Hortigüela, D. (2016). Debatir reflexivamente sobre el rol de la educación física en la escuela con Twitter como elemento de feedback. En A. Pérez-Pueyo, M.A. Díez-Fernández, C. Gutiérrez-García y D. Hortigüela (Coords.), *Actas I Jornadas de Buenas Prácticas en Evaluación Formativa en Docencia Universitaria* (pp. 178-193). León:Universidad de León.

Jiménez, E. (2012). *12 métodos para aprovechar Twitter en la educación*. Recuperado de: https://www.genbeta.com/redes-sociales-y-comunidades/12-metodos-para-aprovechar-Twitter-en-la-educacion.

Medina L., Romero R. y González P. (2011). Regresando a lo básico: un estudio sobre el potencial didáctico de Twitter en educación superior. En *Actas XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Universidad Autónoma de Nuevo León (México).

Noguera, I. (2014). Uso de Twitter en Educación Superior: un juego del rol. En *Actas Congrès Internacional de DocénciaUniversitària i Innovació* (CIDUI, 2014). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Noguera, I. (2015). Rediseño de dos asignaturas incorporando el juego de rol y Twitter para fomentar la motivación de los estudiantes. *@TICRevista de Innovación Educativa,* 14, 31-40.

Reina, M. y Vílchez, J. E. (2017). Innovación educativa en las clases de Biología y Geología de 4º de ESO: el uso de la red social Twitter. *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra (2017), 1355-1360. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/184462.

Thecocktailanalisys (2016). *VII Observatorio de las redes sociales*. Recuperado de: http://tcanalysis.com/blog/posts/vii-observatorio-redes-sociales.

Anexo

Se presenta en este anexo la relación de los ítems, tal como aparecen redactados en el cuestionario que han cumplimentado los estudiantes. En cada ítem el número indica el lugar que ocupa en el cuestionario y la letra A, B, o C la pertenencia a una de las tres secciones consideradas en el análisis.

En los siguientes ítems, indica el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes frases (1-"nada de acuerdo" a 4-"máximo acuerdo"):

Sección A: Uso del Twitter

A1: Escribo tweets
A2: Leo los tweets de las personas a las que sigo
A3: Interacciono con las personas que sigo
A4: Comparto enlaces/documentos interesantes
A5: Busco nuevas personas/instituciones a seguir

Sección B: Opinión sobre Twitter

B1: Twitter es una herramienta de comunicación en mí día a día
B2: Twitter es diferente a otras redes sociales
B3: Twitter es mi red social favorita
B4: La gente se exhibe demasiado en Twitter
B5: Es muy difícil seguir el flujo de información en Twitter
B6: En Twitter todas las personas somos iguales: estudiantes y profesores

Sección C: Uso del Twitter en las clases Biología y Geología (4º ESO)/(1º Bachiller)

C1: Me gusta el uso del Twitter en las clases
C2: Gracias a Twitter puedo encontrar contenidos científicos relacionados con los temas de estudio
C3: Twitter me mantiene al día de noticias científicas relevantes
C4: El uso del Twitter en clase me motiva
C5: Escribir el tweet del día me ayuda a reforzar lo aprendido
C6: Los debates en Twitter ayudan a profundizar y reforzar los temas tratados
C7: Twitter me ofrece la posibilidad de tratar de temas científicos con personas de fuera de mi entorno educativo

Preguntas abiertas (1º Bachiller)

1. Si sigues usando Twitter en las clases de Biología y Geología, justifica brevemente el motivo.
2. ¿Qué modificarías y qué mantendrías de su uso actual?
3. ¿Qué sugerencias propones respecto a su uso? ¿Qué otro tipo de actividades, relacionadas con esta red social u otras, te gustaría hacer?

Aprendizaje-servicio en la formación de Técnicos Superiores en Educación y Control Ambiental socialmente responsables

Carlos Rodríguez-Casals[1] **y Alfonso Pardo Juez**[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.
[2]Unidad de Cultura Científica. Universidad de Zaragoza.

crodric@unizar.es

Resumen:

En este trabajo se analiza la introducción de la metodología Aprendizaje-Servicio (ApS) en el título de Formación Profesional *Técnico Superior en Educación y Control Ambiental*, con objeto de formar profesionales socialmente responsables. Partiendo del currículo oficial del ciclo formativo, se analiza la viabilidad de implementar propuestas de ApS, poniendo el énfasis en la sostenibilidad de las mismas. Esto supone que los alumnos realicen proyectos viables, mediante la integración y equilibrio de sus requerimientos económicos, sociales y ambientales. El análisis de las competencias, objetivos y contenidos del Título pone de manifiesto la idoneidad de esta metodología en el ciclo formativo, pues el ApS fomenta la iniciativa, creatividad y responsabilidad social, junto con la sostenibilidad integral (social, económica y ambiental) de los proyectos.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio (ApS), estrategias educativas, Técnico Superior en Educación y Control Ambiental, sostenibilidad, responsabilidad social.

Introducción

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología que promueve el aprendizaje mediante la participación de los estudiantes en experiencias que proporcionan un servicio útil y positivo para la sociedad (Stanton, Giles y Cruz, 1999; Knapp y Bradley, 2010; Folgueiras, Lunay Puig, 2013). A través de estas experiencias educativas se persigue consolidar y desarrollar competencias en nuevos frentes, mediante su aplicación en actividades socialmente relevantes, que incorporen el compromiso social con la ciudadanía en la adquisición o refuerzo de conocimientos, habilidades y valores (Puig, 2009; Puig, Gijón, Martín y Rubio, 2011), formando profesionales socialmente responsables.

Antecedentes

Los fundamentos del ApS tienen sus principales antecedentes en el pragmatismo filosófico de Charles Sanders Peirce (1839-1914), John Dewey (1859-1952), William James (1842-1910) y su influencia en las instituciones académicas estadounidenses (destacando los programas de extensión universitaria entre 1860 y las primeras décadas del siglo XX). Las iniciativas de organizaciones universitarias en favor de los derechos civiles (década de 1960) supusieron un impulso para su consolidación y expansión (Tapia, 2001; ITESM, 2010).

En 1967, Robert Sigmon y William Ramsey introdujeron el término *Service-Learning* (Southern Regional Education Board, 1973; Giles y Eyler, 1994). Sin embargo, buena parte de su termino-

logía y desarrollo carece de autores contrastados por la literatura académica (Sigmon, 1997). La *Office of Economic Opportunity*(1964-1981) estableció en Estados Unidos el Programa Nacional de Voluntariado Estudiantil (en 1969), que poco tiempo después se convirtió en el Centro Nacional de Aprendizaje Servicio (ITESM, 2010). Las iniciativas de ApS durante las décadas de 1960-70 soportaron serias dificultades, debidas a que los programas no estaban integrados a la misión y objetivos de los centros educativos en los que se desarrollaron. No obstante, la expansión de esta metodología desde la década de 1970 fue debida al valor añadido que suponía vincular la educación formal con las enormes posibilidades formativas que ofrece el ámbito social para lograr un aprendizaje significativo y relevante para el alumnado (Folgueiras, Luna y Puig, 2013). En el continente norteamericano, los programas de ApS tuvieron como objetivo mejorar la calidad de vida de las comunidades locales a través del desarrollo de la agricultura, a la vez que se corregía la preocupación de la sociedad civil por la escasa implicación de los estudiantes en los problemas comunitarios (Luna, 2012).

El ApSen España es relativamente reciente. Se articula, fundamentalmente, a partir de experiencias de diversos centros, fundaciones y asociaciones (*v.g.*, Fundación Zerbikas, Red Española de Aprendizaje-Servicio, Centre Promotor Aprenentatge Servei, Grupo Promotor del Aprendizaje-Servicio de Madrid) o proyectos y grupos de investigación de instituciones universitarias (*v.g.*, Universidad Rovira i Virgili, Universidad de Zaragoza).

Objetivos

- Analizar la viabilidad de implementar proyectos de ApS en el título *Técnico Superior en Educación y Control Ambiental* (TSECA).

Metodología

Se ha optado por una metodología descriptiva y analítica partiendo de la revisión del currículo del título TSECA. El punto de partida es explorar los objetivos generales y competencias personales, profesionales y sociales del título e identificar los módulos en los que se puede implementar el ApS. Después, examinar los criterios de evaluación de los distintos resultados de aprendizaje (RA) de cada módulo profesional, eligiendo los que describan una situación de aprendizaje que pueda contribuir a la realización de un servicio. Finalmente, se realiza una propuesta de proyectos para aquellos resultados de aprendizaje de los módulos seleccionados en los que es viable el ApS.

Resultados

Análisis del Título de Formación Profesional para la implantación del ApS

Difundir información ambiental, emplear técnicas de comunicación apropiadas, interpretar y poner en valor el entorno, diseñar, implementar y evaluar actividades, programas y proyectos de educación ambiental, promover soluciones sostenibles a problemas ambientales, mostrar iniciativa, autonomía, creatividad, espíritu emprendedor, innovador y autocrítico y sentido de la responsabilidad social, son algunas de las competencias personales, profesiones y sociales contempladas en el título TSECA (cf. Gobierno de España, Ministerio de Educación, 2011a), que se verían favorecidas por la aplicación de la metodología ApS, al igual que la consecución de sus objetivos generales.

El examen de los resultados de aprendizaje (RA) y criterios de evaluación de los 14 módulos profesionales del ciclo formativo analizado, permite seleccionar aquellos en los que es factible promover el aprendizaje mediante la realización de un servicio. En la Tabla 1se muestran los 9 módulos profesionalesseleccionados y una propuesta de proyecto de ApS.

Tabla 1. Módulos profesionales, resultados de aprendizaje (RA) seleccionados y propuesta de proyectos de ApS en el *título* TSECA(Gobierno de España, Ministerio de Educación, 2011a)

Módulo	RA	Propuesta de ApS
0791. Programas de educación ambiental	*1. Diseña programas de educación ambiental, relacionándolos con los objetivos planteados.*	Programa de educación ambiental destinado a: colectivos desfavorecidos, personas con minusvalía física o psíquica, centros educativos,…
	2. Elabora actividades de intervención en educación ambiental, analizando las características de los grupos a quienes va dirigido y el contexto de actuación.	
	3. Organiza la secuencia del desarrollo de las actuaciones previstas en el programa de educación ambiental, analizando el tema abordado y las características del grupo al que va dirigido.	
	4. Implementa actividades para el desarrollo de programas de educación ambiental en el ámbito público y privado, relacionando las formas de actuación sostenibles con el entorno.	
	5. Evalúa procesos de intervención realizados en distintos marcos de actuación de la educación ambiental, relacionando variables relevantes e instrumentos de evaluación con los resultados obtenidos.	
0790. Técnicas de educación ambiental	*3. Elabora recursos y materiales para la información y difusión ambiental, analizando los fines perseguidos y las características del grupo a quien va dirigido.*	Manuales de buenas prácticas ambientales y sensibilización ambiental destinados a colectivos desfavorecidos o a inmigrantes, o personas con determinas discapacidades para Asociaciones, Federaciones deportivas,…
	4. Informa sobre el medio ambiente, promoviendo la utilización de los recursos naturales de forma sostenible y seleccionando las técnicas y materiales adecuados.	
0789. Métodos y productos cartográficos	*4. Planifica adaptaciones de recorridos e itinerarios de la actividad propuesta, analizando las condiciones de los usuarios.*	Itinerarios naturales en espacios periurbanos para personas discapacitadas
0788. Gestión ambiental	*6. Diseña el proceso de verificación de la reducción de consumo en los procesos de producción de bienes o prestación de servicios, identificando las materias primas y recursos naturales utilizados.*	Taller de buenas prácticas ambientales y ahorros en consumos de materias primas y recursos naturales en centros sociales, ONG,…
0787. Actividades humanas y problemática ambiental	*4. Define propuestas de gestión ambiental, interpretando buenas prácticas utilizadas en el entorno.*	Taller de sensibilización ambiental para alumnos de secundaria con dificultades de integración.
0017. Habilidades sociales	*1. Implementa estrategias y técnicas para favorecer la comunicación y relación social con su entorno, relacionándolas con los principios de la inteligencia emocional y social.*	Cualquier proyecto de ApS va a contribuir a la adquisición de la competencia
0794. Proyecto de educación y control ambiental		Proyecto de ApS desarrollado en un centro social, ONG,…

Discusión

La elaboración de manuales, folletos informativos con la finalidad de difundir información ambiental y de sensibilizar a la población en general, o a un sector o colectivo concreto de ésta, está en sintonía con la competencia general del título TSECA (*cf.*, Gobierno de España, Ministerio de Educación, 2011a, p. 38413).

Manuales de buenas prácticas deportivas en entornos naturales o de sensibilización para evitar la proliferación de especies invasoras, son proyectos que encajan perfectamente en el título. Estos podrían implementarse en el módulo profesional 0790, atendiendo a sus resultados de aprendizaje RA3 y RA4 (Tabla 1). Para ello habría que contar con la colaboración de las federaciones deportivas y otros colectivos sociales cuyas actividades o intereses se relacionen con dichos entornos.

Proyectos de ApS como la propuesta de cursos de buenas prácticas de ahorro y reciclaje o talleres de manualidades con materiales reciclados, diseñados para la integración social y personal de colectivos desfavorecidos, pueden ser abordados por estudiantes del título TSECA. Este tipo de proyectos ayudan a potenciar competencias como(Gobierno de España, Ministerio de Educación, 2011a): *a) Recopilar y seleccionar documentación para difundir información ambiental*, *b) Informar sobre el medio ambiente, utilizando las técnicas de comunicación apropiadas*, c*) Diseñar actividades de educación ambiental* o *d) Desarrollar programas y proyectos de educación ambiental*, entre otras. (p. 38413). Además, podrían trabajarse en los módulos profesionales (Tabla 1): 0787, atendiendo al resultado de aprendizaje RA4; 0788, satisfaciendo el RA6; 0790, considerando el RA 3 y el RA4; 0791, contemplando el RA2 y el RA4; 0017, atendiendo al RA1.

Otra posibilidad es implicar alumnos de otras familias profesionales (*v. g*., un plan de recogida de envases a domicilio para ancianos que viven en soledad). Este tipo de iniciativas encajarían en el módulo 0794. *Proyecto de educación y control ambiental*, implementando un programa de acción socio-ambiental como proyecto final, contando con la participación de alumnos de la familia profesional Servicios Socioculturales y a la Comunidad. Éstos podrían aplicar los conocimientos adquiridos en el módulo 0210 *Organización de la atención a las personas en situación de dependencia*, del título *Técnico en Atención a personas en situación de dependencia* (Gobierno de España, Ministerio de Educación, 2011b).

Conclusiones

El análisis de las competencias, objetivos y módulos formativos del título *Técnico Superior en Educación y Control Ambiental*, permite afirmar que la metodología ApS es adecuada para este ciclo formativo, teniendo cabida en la mayoría de los módulos profesiones, como se ha puesto de manifiesto en el análisis de resultados. Consideramos que la incorporación del ApSen el ciclo tendría un impacto positivo y relevante en el aprendizaje de los estudiantes, al promover trabajos y proyectos que atienden a problemas ambientales y a necesidades sociales reales del entorno conocido y cercano de los alumnos para los que aportan soluciones, aspectos que les pueden motivar fuertemente.

En los estudios de medio ambiente, se deben fomentar proyectos que promuevan la iniciativa, creatividad y responsabilidad social del alumnado, promoviendo su sostenibilidad social, económica y ambiental.

Asimismo, hay que valorar la realización de proyectos de ApS interdisciplinares con estudiantes de otras familias profesionales, favoreciendo una cooperación mutua que les proporcione una experiencia beneficiosa a los colectivos implicados cuyos futuros profesionales pueden estar vinculados en el ámbito laboral tanto de la empresa privada como de la administración.

Referencias

Folgueiras, P., Luna, E. y Puig, G. (2013). Aprendizaje y servicio: estudio del grado de satisfacción de estudiantes universitarios. *Revista de Educación,* (362), 159-185. DOI: http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-362-157

Giles, D. E. y Eyler, J. (1994). The theoretical roots of Serrvice-Learning in John Dewey: toward a theory of Srvice-Learning. *Michigan Journal of Community Service Learning, 1*(1), 77-85.

Gobierno de España, Ministerio de Educación. (2011a). Real Decreto 384/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Educación y Control Ambiental y se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado* (89), 38411-384805

Gobierno de España, Ministerio de Educación. (2011b). Real Decreto 1593/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico en Atención a Personas en Situación de Dependencia y se fijan sus enseñanzas mínimasy se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado* (301), 137261-137324

ITESM, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2010). Aprendizaje-Servicio. Recuperado de:http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/sl/historia.htm

Knapp, T. D. y Bradley, J. (2010). The Effectiveness of Service-Learning: It's not always what you think. *Journal of Experiential Education, 3*(33), 208–224. DOI: https://doi.org/10.1177/105382590113300302

Luna, E. (2012). Del Centro Educativo a la Comunidad: un programa de aprendizaje servicio para el desarrollo de ciudadanía activa. Obtenido de Tesis doctoral. Universidad de Barcelona: http://hdl.handle.net/2445/34320

Puig, J. M. (2009). *Aprendizaje servicio (ApS). Educación y compromiso cívico.* Barcelona: Graó.

Puig, J. M., Gijón, M., Martín, X. y Rubio, L. (2011). Aprendizaje-servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de Educación,* (Núm. Extr.), 45-67.

Sigmon, R. L. (1997). Service-learning: Three principles. *Synergist, Spring*, *8*(1), 9-11.

Southern Regional Education Board. (1973). *Service-Leraning in the South: Higher education and public service.* Atlanta, GA: Southern Regional Education Board.

Stanton, T. K., Giles, D. y Cruz, N. (1999). Service-Learning: A Movement's Pioneers Reflect on Its Origins, Practice, and Future (1 Ed.). Chichester, West Sussex: Jossey-Bass.

Tapia, M. N. (2001). *La solidaridad como pedagogía: El "aprendizaje-servicio" en la escuela*. Buenos Aires: Ciudad Nueva.

Estrategia didáctica basada en TIC para construir modelos mentales en física en educación superior

Carlos Sánchez-Azqueta[1], Cecilia Gimeno[2], Santiago Celma[1], Esther Cascarosa[3] y Concepción Aldea[1]

[1]Dpto. Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Universidad de Zaragoza.
[2]ICTEAM. Université catholique de Louvain (Bélgica).
[3]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza

csanaz@unizar.es

Resumen:

Este trabajo presenta un conjunto de recursos didácticos específicos, creados para generar un entorno virtual de aprendizaje en asignaturas de Electrónica. Dichos recursos pueden ser utilizados para implementar estrategias metodológicas encaminadas a ayudar a los alumnos a construir modelos mentales de conocimiento, proporcionando una visión práctica complementaria al tratamiento analítico de los temas gracias a la que se establecen procesos inductivos y de contraste de los modelos, y, a la vez, fomentando la participación en actividades de grupo, en las que dichas tareas se verán reforzadas por la acción de los pares.

Palabras clave: aprendizaje basado en modelos; metodologías activas; *m-learning*; TIC.

Introducción

En el ámbito actual de los nuevos grados es necesario un proceso continuo de innovación pedagógica y renovación de medios docentes, propiciando que se desarrollen las competencias específicas y genéricas requeridas en cada grado e integrándolas en una Sociedad de la Información y del Conocimiento (Brandsford *et al.*, 1999). Así, se debe apostar por proporcionar las herramientas más adecuadas para profundizar en los principales conceptos que aparecen en las nuevas asignaturas desde una perspectiva donde la forma en que se aprende es tan importante como el *qué* se aprende. Para lograrlo es esencial el diseño de una metodología de enseñanza que ponga el foco de atención en el alumno, contemplando el estilo de aprendizaje propio de cada estudiante.

Una enseñanza basada en competencias requiere de un profundo cambio en las concepciones y prácticas habituales, tanto de los alumnos como de sus profesores. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son un instrumento muy adecuado para facilitar, promover y mejorar el aprendizaje autónomo entre los alumnos; asimismo, facilitan el trabajo de supervisión, guía y apoyo prestado por los profesores (Kirkwood, 2005).

Entre las muchas aplicaciones de las TIC en el aula (Olmo *et al.*, 2012; Zúñiga *et al.*, 2012), las que tienen un mayor potencial para la docencia son aquellas que permiten intervenir en las fases de la construcción del modelo de conocimiento del alumno, evaluando sus concepciones previas para partir de ellas, secuenciando actividades que faciliten la construcción de un modelo robusto y aumentando el seguimiento del profesor del proceso de aprendizaje del alumno, facilitando soporte inmediato y relevante.

Los niveles educativos iniciales cumplen desde hace tiempo con esa función de alfabetización digital, al incorporar en sus aulas metodologías adaptadas y entornos de aprendizaje enriquecido (pizarras digitales, libros digitales, Google sites…). No ocurre lo mismo en los niveles de educación superior, donde no es habitual dedicar recursos para ayudar al alumno en la construcción de sus modelos de conocimiento (Justi *et al.*, 2002). A pesar de esto, hay muchos autores que actualmente creen que la modelización es una pieza clave en la educación científica (Harrison*et al.*, 2000; Halloun, 2007; Lopes *et al.*, 2007; Prins *et al.*, 2009). El modelo implica el desarrollo de la mayoría de las competencias científicas: plantear problemas, formular hipótesis, buscar información, desarrollar nuevas explicaciones, interpretar fenómenos... (Barsalou, 1999; Nersessian, 2002). Por lo tanto, la enseñanza basada en modelos debe ser un objetivo importante del aprendizaje, así como también el contenido del proceso de aprendizaje.

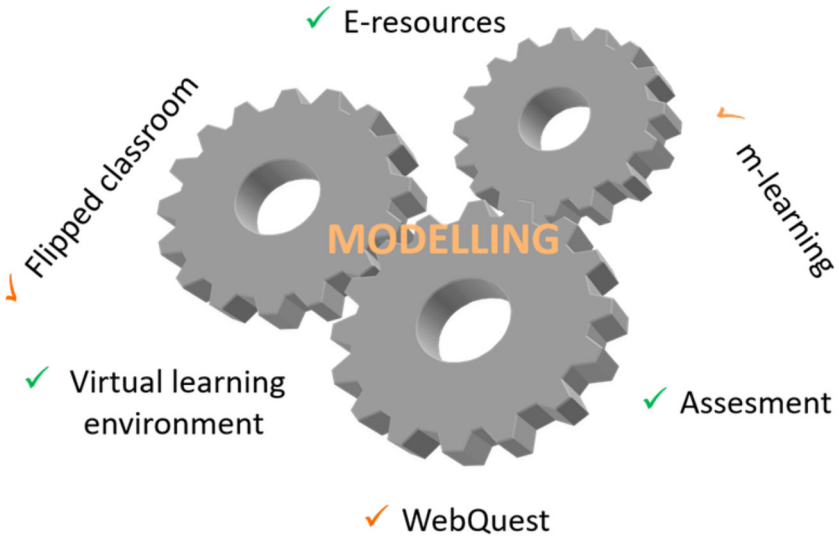


Figura 1. Esquema ilustrativo de la estrategia didáctica presentada en este trabajo. Recursos específicos sirven para la construcción y el desarrollo de modelos mentales.

Muchas de las estrategias de enseñanza descritas como características de modelado ya se aplican en la educación científica a nivel escolar: promover la comprensión y el pensamiento crítico como un proceso mental de alta calidad y con un alto nivel de pensamiento para resolver problemas y tomar decisiones (Al-Mubaid, 2014; Forawi, 2016), aprendizaje en línea (Marguliex *et al.*, 2016). Sin embargo, pocos trabajos de investigación publicados ahondan en la importancia de la adquisición de modelos en la educación superior y más en concreto en la enseñanza de la Física y sus diferentes áreas de conocimiento.

La acción que se presenta, esquematizada en la Figura 1, consiste en el diseño de un conjunto de recursos didácticos específicos, conformando un entorno virtual de aprendizaje, para alumnos matriculados en asignaturas del área de Electrónica del Grado y Máster en Física que permite utilizarlos en diferentes estrategias metodológicas cuyo fin es ayudar a los alumnos en la construcción de su modelo. El uso de los recursos diseñados y alojados en este entorno dota de una perspectiva innovadora al tratamiento de temas complejos, facilitando la comprensión de los fenómenos físicos mediante una descripción visual que complementa a su descripción analítica convencional.

Metodología

El principal objetivo de la enseñanza es ayudar al estudiante a que aprenda por sí mismo mientras realiza las actividades diseñadas para la consecución de cada competencia; para este propósito es fundamental ofrecer entornos realistas en los que pueda desarrollar lo aprendido en el ámbito académico.

La construcción del entorno de aprendizaje propuesto permite a los estudiantes del Grado y Máster en Física, caracterizados por contener una fuerte carga teórica, conocer las metodologías y herramientas que se encuentran típicamente en el campo de la Microelectrónica. Esto es de particular importancia desde el punto de vista profesional ya que la Micro y Nanotecnología es un campo natural de empleo para los graduados en Física, donde suelen formar parte de equipos multidisciplinares junto con profesionales con una formación técnica.

Uso de recursos basados en TIC

Algunas de las ventajas propias de la utilización de las TIC son el amplio abanico de herramientas a su disposición que permite al alumno proyectar la diversidad de aprendizajes que ha interiorizado. También proporciona un componente motivador y de estímulo al tratarse de un trabajo continuado donde se van comprobando rápidamente los esfuerzos y resultados obtenidos y fomenta el alfabetismo digital. Para el desarrollo de la actividad descrita en este trabajo se han generado una serie de recursos didácticos basados en TIC, una selección de los cuales se muestra en la Figura 2.

Por un lado, se ha hecho uso de las enormes posibilidades que ofrecen los entornos virtuales de simulación para acercar conceptos teóricos propios de las ciencias y conseguir una visualización de los mismos, lo que contribuye a la construcción de los modelos mentales de conocimiento asociados a ellos. En este sentido, se pueden destacar elementos como aplicaciones interactivas, laboratorios virtuales o herramientas de simulación, en las que se representa de una manera realista el comportamiento de los dispositivos en la realidad, o páginas web tipo Wiki o diseñadas como WebQuest, en las que los estudiantes plasman y organizan sus conocimientos de manera cooperativa, o gracias a las que se embarcan en procesos de diseño y resolución de tareas complejas.

Por otro lado, los dispositivos móviles actuales tienen características como conectividad, geolocalización, apps para la grabación y creación de contenidos, entre otras, que los hacen interesantes para el aprendizaje ubicuo mediante el *m-learning*, del que sin embargo no existen muchas

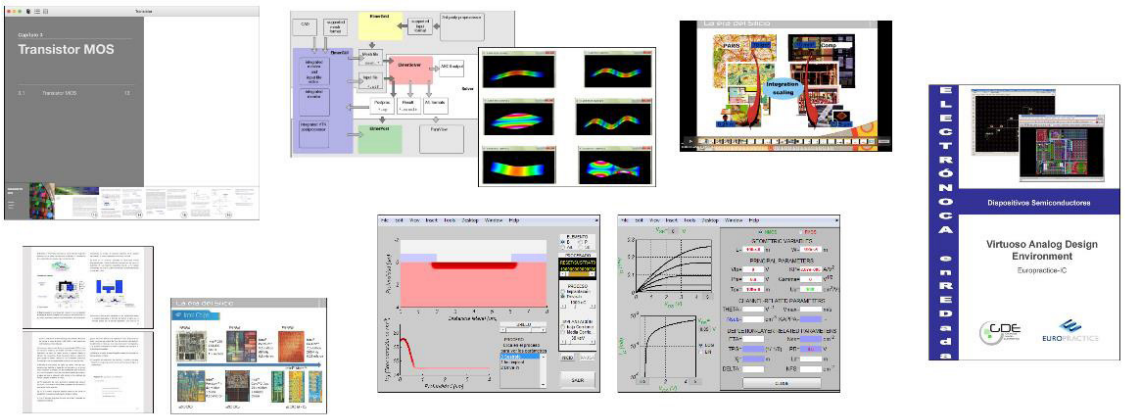


Figura 2. Selección de recursos didácticos basados en TIC de entre los utilizados para implementar la presente actividad.

realizaciones para la enseñanza de las ciencias (Zydney, 2015) y menos en educación superior (Cheon 2012, Motiwalla, 2007). Así, se han desarrollado unos apuntes enriquecidos en código abierto para su utilización en dispositivos móviles, que incluyen recursos multimedia (vídeo, audio, interactividad y navegación avanzada), pensados para orientar conocimientos, profundizar en conceptos y mostrar aplicaciones reales, y que adoptan diferentes formatos como podcast, infografías, hipervínculos y actividades interactivas (Sánchez-Azqueta, 2016).

Estrategias didácticas de modelado

Los recursos didácticos basados en TIC presentados en la sección anterior han servido de base para el desarrollo de estrategias didácticas específicas para lograr el desarrollo de modelos mentales por parte de los alumnos. Los siguientes párrafos presentan dichas estrategias, proporcionando una breve descripción de cada una y de cómo se prevé que influyan en el proceso de construcción de los modelos mentales.

- *Flipped classroom*: promueve fomentar los procesos de aprendizaje autónomo de los alumnos y, también, liberar el tiempo en el aula para realizar actividades activas en las que se promueva la participación y el intercambio de ideas. Desde un punto de vista de la construcción de modelos se fomenta que los alumnos se impliquen de manera más personal en la construcción de los mismos, a la vez que se promueven las condiciones necesarias para que dichos modelos se contrasten y discutan con sus pares.
- *WebQuests*: son un recurso didáctico basado en la presentación de los recursos de manera ordenada y guiada, usando una página web como soporte. El hilo argumental es la presentación de un problema de carácter complejo y motivador, que los alumnos deben resolver usando los recursos enlazados en la propia WebQuest, que aparecen en el orden adecuado. De esta manera, se dirige la construcción de modelos mediante actividades diseñadas por el profesor mediante la resolución de problemas complejos en el ámbito de la Electrónica.
- *Wikis:* se ha planteado que los alumnos desarrollen páginas web tipo Wiki sobre los conceptos y dispositivos más relevantes tratados en las asignaturas de Electrónica. La Wiki puede ser consultada y editada por cualquier alumno participante en la asignatura, con lo que su elaboración fomenta una reflexión crítica personal sobre los temas para incluir nuevos contenidos y promover cambios en los contenidos existentes, además de un intercambio de ideas para llegar a consensos en la versión definitiva de la Wiki.
- *Laboratorio virtual*: se consigue una simulación de la realidad que reproduzca de manera fidedigna el comportamiento real de los componentes comerciales usados en la construcción de circuitos electrónicos. En la construcción de modelos este recurso ayuda a establecer analogías entre los modelos matemáticos teóricos y el comportamiento real, pero también a refinar los modelos mediante la inclusión de efectos parásitos y de segundo orden, que no son fácilmente derivables analíticamente.

Evaluación

La evaluación se realiza mediante varias acciones, distribuidas a lo largo de los itinerarios, conducentes a evaluar el progreso de los estudiantes en la comprensión de los conceptos, y sirven de hitos para una planificación adecuada de su trabajo. El conjunto de registros generados en el itinerario de aprendizaje propuesto a cada estudiante constituye el portfolio, que también se utiliza como un instrumento de evaluación. Ejemplos de estas actividades son: resolución de cuestionarios generales, presentación de aplicaciones concretas y realistas, o resolución de problemas utilizando *applets* de Matlab (Sánchez-Azqueta, 2014).

En cada una de las actividades propuestas está diseñado un ejercicio de auto-evaluación que permite a los estudiantes tener información inmediata sobre su proceso de aprendizaje, fomentando así sus capacidades metacognitivas, así como la integración de la evaluación como una actividad más del proceso de aprendizaje (evaluación formativa).

Conclusiones

Se ha presentado un conjunto de recursos didácticos específicos, creados para establecer estrategias didácticas específicas que contribuyan a conseguir la construcción y el desarrollo de modelos mentales por parte de los alumnos. De esta manera, se ha establecido un entorno virtual de aprendizaje para asignaturas de Electrónica en un Grado y Máster en Física, en la que se presentan los recursos utilizados para implementar dichas estrategias metodológicas.

El objetivo buscado con la implementación de la estrategia educativa es contribuir a la autonomía de los estudiantes, presentando entornos realistas en los que puedan desarrollar los contenidos altamente teóricos, complementándolos con las metodologías y herramientas profesionales habituales del campo de la Microelectrónica.

Dicha metodología, además, contribuye a la construcción de modelos mentales de conocimiento por parte de los alumnos, ya que los recursos generados facilitan la comprensión de aspectos relevantes de la teoría mediante una visión práctica que complementa el tratamiento analítico, y que permite por tanto establecer procesos inductivos y de contraste de los modelos. Por otro lado, se fomenta la participación de los alumnos en actividades de grupo, en las que dichas tareas se verán reforzadas por la acción de sus pares.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo de un Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza (PIIDUZ_17_065). Los autores desean agradecer la ayuda del grupo BEAGLE de la Universidad de Zaragoza.

Referencias bibliográficas

Al-Mubaid, H. (2014). A new method for promoting critical thinking on online education. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 7(4), 34-37.

Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 577-609.

Brandsford, J., Brown, A.L. y Cocking, R. (1999). *How people learn*, Washington, D.C., National Academy Press.

Cheon, J. (2012). An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behaviour. *Computers & Education*, 59, 1054-1064.

Forawi, S. A. (2016). Standard-based science education and critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 20, 52-62.

Halloun, 2007. Mediated modelling in science education. *Science Education*, 16, 653-697.

Harrison, A.G. y Treagust, D.F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.

Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers´ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

Kirkwood, A. (2005). Learners and learning in the twenty-first century: what do we know about students' attitudes towards and experiences of information and communication technologies that will help us design courses? *Studies in Higher Education*, 30(3), 257-274.

Lopes, J. B. y Costa, N. (2007). The evaluation of modelling competences: difficulties and potentials for the learning of the sciences. *International Journal of Science Education*, 29(7), 811-851.

Margulieux, L. E., McCracken, W. M. y Catrambone, R. (2016). A taxonomy to define courses that mix face-to-face and online learning. *Educational Research Reviews*, 19, 104-108.

Motiwalla, L. F. (2007). Mobile learning: A framework and evaluation, *Computers & Education*, 49, 581-596.

Nersessian, N. J. (2002). Maxwell and "the Method of Physical Analogy": Model-based reasoning, generic abstraction, and conceptual change. *Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics*(pp.129-166). Lasalle: Illinois.

Olmo A., Gómez I., Molina A. y Rivera O. (2012). Integration of multimedia contents in the teaching of electronics: A practical test case in the teaching of digital circuits at the university of Seville. *Actas del TAEE 2012*, 54–57.

Prins, G. T., Bulte, A. M. W., van Driel J. H. y Pilot A. (2009). Students´ involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education. *Research in Science Education*, 39, 681-700.

Sánchez-Azqueta C., Gimeno C., Celma S. y Aldea C. (2014). Applets for Physical Electronics Learning. *Actas del TAEE 2014*, 1-5.

Sánchez-Azqueta C., Gimeno C., Celma S. y Aldea C. (2016). Enhanced eBooks in the teaching/learning process of electronics. *Actas del HEAd 2016*, 84-91.

Zúñiga L. G. L., Pla M. A. M., García F. B. y Duhalde J. V. B. (2012). Project for innovation and educational improvement EvalTICs. *Actas del TAEE 2012*, 267-272.

Zydney J. M. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17.

Espacios artísticos para vivir las Ciencias en Educación Infantil

Sandra Cisneros[1], Ester Mateo[1], Luis Miguel Ferrer[1], Alicia Hervas[2] y Amparo Muñoz[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales. IUCA.

[2]CEIP Fernández Vizarra. Monzalbarba (Zaragoza)
emateog@unizar.es

Resumen:

Este trabajo implica el diseño, planificación, implementación en el aula y análisis de una sesión de instalación que posibilita el aprendizaje de contenidos científicos en alumnos de Educación Infantil (EI). Se analiza cómo la actividad les permite experimentar con los objetos que configuran la instalación para descubrir los procesos científicos que implican sus acciones, verbalizarlos, pensar en lo que ocurre y conocer de este modo, la ciencia que hay a nuestro alrededor.

Palabras clave: Instalación; Ciencias de la Naturaleza; Educación Infantil; Educación sensorial; Experimentación

Introducción

El tema de este trabajo es la configuración de espacios de experimentación como escenarios para el aprendizaje y el descubrimiento lúdico y colaborativo de las ciencias en Educación Infantil. Esta propuesta se basa en el concepto de "instalación", propio del arte contemporáneo, trasladado al ámbito educativo.

Antes de referirnos a la vinculación de las instalaciones artísticas con el ámbito educativo, es pertinente exponer una definición de instalación desde el punto de vista artístico. Larrañaga (2001) establece que una instalación consiste en: "Preparar un lugar para que pueda ser utilizado por el usuario de una manera determinada. Es permitir que se pongan en funcionamiento un conjunto de instrumentos, aparatos, equipos o servicios; que se puedan activar una serie de funciones según la necesidad del momento (p. 31)". De este modo, la instalación hace uso del espacio y los objetos que forman parte de ella sirven como medio para comunicarse con su público, convirtiéndose ambos en elementos con gran carga simbólica y con un compromiso mutuo implícito, característica del arte vivo.

Existen autores que han utilizado las instalaciones con fines educativos. En este trabajo hemos tomado como referencia los trabajos de Abad (2009) donde realiza un amplio y profundo estudio sobre las posibilidades que ofrecen las instalaciones artísticas a nivel pedagógico para trabajar en Educación Infantil en las áreas de educación artística y en la práctica psicomotriz. Según Abad y Ruiz de Velasco (2014), "la instalación es una manifestación del arte contemporáneo que propone un espacio simbólico para representar una idea o mensaje intencionado. Para ello, se articulan las especiales condiciones del lugar y de los objetos que sirven de soporte y son mediadores del discurso del artista. El espacio ofrecido debe permitir *entrar en juego* a través de diferentes modos de interpretación e interpelación (p. 11)." Así, las instalaciones además de poder ser transitadas ofrecen la oportunidad de ser transformadas e invitan al espectador a interaccionar con ellas (Abad y Ruiz de Velasco, 2011).

Se considera interesante el potencial de dichos espacios para trabajar las ciencias en EI, pues sus características estructurales y las acciones que permiten realizar al alumnado posibilitan de manera directa los aprendizajes elementales de tipo científico. Se propone, por tanto, la siguiente definición de "instalación científica": espacio de experimentación libre configurado por elementos ricos en propiedades sensoriales y mecánicas perceptivas a través de los sentidos, organizados de modo que en su conjunto brinden una experiencia estética en el alumnado. Este tipo de experiencia se toma como un modo de encuentro con el mundo que produce en quienes lo experimentan un placer y una satisfacción por contemplar una realidad ligada a un conjunto de emociones.

Se trata de que el docente genere un ambiente físico propicio para el aprendizaje de las ciencias. En estas situaciones el alumnado entra en un escenario en el que hay un orden establecido que, mediante sus propias acciones, se transformará en un "caos". Se perderá toda la estructura y orden inicial, ya que el niño tiene la capacidad y la necesidad de transformar los espacios constantemente y de tener un espacio propio construido por y para sí mismo. Dichas acciones transformadoras representan binomios cargados de significado (llenar/vaciar, agrupar/dispersar, construir/destruir) y de gran importancia para la adquisición de la función simbólica del pensamiento, esencial a su vez en el desarrollo cognitivo y de tipo científico (Abad y Ruiz de Velasco, 2014).

Esta propuesta se plantea para la etapa de EI, ya que en los primeros años de vida los niños interaccionan con el medio natural que les rodea y de esa interacción surgen sus primeros aprendizajes, tanto motrices como sensoriales y cognitivos. La base del aprendizaje en dicho momento es en gran medida perceptual, necesitan llenarse de sensaciones y conocer el mundo que les rodea a través de los sentidos: percibir, sentir y pensar (Vega, 2012; de Puig, 2004).

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es diseñar e implementar en el aula de EI una instalación que posibilite el aprendizaje de contenidos científicos y analizar los resultados. En concreto, utilizando las instalaciones como metodología propia del "aula de ciencias", los principales objetivos a trabajar con el alumnado serían descubrir de forma autónoma las propiedades sensoriales y mecánicas perceptivas a través de los sentidos de un conjunto de elementos, y relacionar de manera consciente las acciones espontáneas realizadas durante la experimentación libre con contenidos científicos.

Contexto y metodología

Para llevar a cabo esta actividad, nos aprovechamos de la colaboración entre los profesores del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las maestras del colegio Fernández Vizarra que viene teniendo lugar desde hace varios años. La actividad se realizó con 13 alumnos de 3º de EI. Se trata de un centro que prioriza el aprendizaje experimental y colaborativo mediante actividades en las que el alumnado tiene un papel activo que le permite construir sus propios aprendizajes en relación con sus iguales.

La metodología utilizada en este trabajo tiene un corte cualitativo (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2006), donde los datos son perspectivas y puntos de vista de los participantes que se recogen mediante observación, producciones de los alumnos, grabaciones de video y audio y entrevistas a la maestra.

Estructura y desarrollo de la sesión de instalación objeto de análisis

Previo a la realización de la sesión de instalación con el alumnado, la maestra tiene un papel muy importante en el diseño y planificación de la propuesta. Esta tarea consiste en: 1) Seleccionar materiales ricos en propiedades perceptivas a nivel sensorial y que provoquen observar, actuar,

jugar y pensar; 2) Diseñar una instalación, es decir, configurar los materiales y objetos en el espacio de modo que en su conjunto brinden una experiencia estética en el alumnado; 3) Plantear los contenidos de ciencias que a priori permiten trabajar los materiales y objetos seleccionados; y 4) Redactar una serie de posibles preguntas clave para realizar durante las asambleas. Estas preguntas son necesarias ya que a través de ellas se guía y acompaña al alumnado en la investigación y en la construcción de conocimientos propios de las ciencias.

Las sesiones realizadas se estructuran en cuatro fases (Tabla 1). La primera es la observación de la instalación que tiene una duración de 10 minutos aproximadamente. El alumnado entra al aula con los ojos cerrados, lo que incrementa el factor sorpresa y, con ello, la curiosidad hacia lo que van a descubrir. Además, se les anima a entrar sin calzado, lo que contribuye al desarrollo de la percepción plantar al percibir las sensaciones que proporcionan el espacio y los materiales. En este momento los alumnos observan los materiales y su conjunto poniendo en marcha varios contenidos propios de las ciencias. Para propiciar estos contenidos la maestra lanza algunas preguntas como: ¿Qué materiales y/u objetos hay en la instalación? y ¿A qué os invita a jugar? En esta primera fase se desarrollan actitudes fundamentales como la atención, la comunicación, la escucha, la espera y el autocontrol de impulsos, la creatividad y el interés por aprender ciencias.

Tabla 1. Fases de la actividad diseñada realizadas por los alumnos

Fases	Duración	Preguntas realizadas por la maestra
Observación de la instalación	10 minutos	¿Qué materiales hay en la instalación? ¿A qué os invitan a jugar?
Realización de un dibujo de la instalación	10 minutos	¿Cómo dibujarías la instalación?
Experimentación libre	40 minutos	En esta fase son los alumnos los que se plantean preguntas
Asamblea final	20 minutos	¿Qué habéis descubierto? ¿Cómo os sentís?

A continuación, se invita al alumnado a realizar un dibujo de la instalación durante 10 minutos. Con este ejercicio se desarrolla la visión espacial y la ubicación de los objetos y materiales en el espacio, la propiocepción de su cuerpo en el mismo; la perspectiva y la distancia; la grafomotricidad y la capacidad de observación de detalles concretos como las semejanzas y diferencias entre líneas, colores, tamaños y formas de los materiales.

Después, el grupo se dispone de pie alrededor de la instalación para realizar un breve ejercicio de respiración y concentración guiado por la maestra, con el fin de preparar el cuerpo y la mente para el juego y la experimentación. Al finalizarlo la maestra anuncia que comienza el momento de juego que durará alrededor de unos 40 minutos. En esta fase, los alumnos trabajan contenidos científicos manipulando, pensando y hablando sobre los materiales de la instalación. Durante esta fase de experimentación libre la maestra se limita a observar, acompañar y apoyar visualmente el juego y los descubrimientos de los niños y niñas y a mediar, si es necesario, en caso de conflicto entre ellos. Al término de la fase de juego, en los últimos 20 minutos, el grupo se reúne para realizar una asamblea final. La maestra en ese momento realiza dos primeras preguntas con el objetivo de explicitar y aprender a comunicar los aspectos socioemocionales del aprendizaje de ciencias: ¿Cómo ha ido la sesión de hoy? y ¿Os ha gustado? Tras ello, lanza una pregunta clave: ¿Qué habéis descubierto? A partir de ese momento, se trata de que el alumnado exprese verbalmente sus descubrimientos, experimentos y exploraciones realizadas durante el

momento de juego y su capacidad de provocar acciones y observar sus consecuencias (relación causa-efecto). Partiendo de sus verbalizaciones, el objetivo es ir construyendo en común, a través de las preguntas (previamente planificadas) de la maestra, conocimientos propios de las ciencias como son las propiedades y posibilidades de los materiales y los objetos.

Resultados y discusión

Diseño de la instalación

En la figura 1 se muestra una imagen de la instalación propuesta. En este caso, la selección de los elementos así como el diseño e implementación de la sesión se llevó a cabo por parte de las maestras del centro educativo en el que se contextualiza este trabajo. Está formada por 3 elementos cuya disposición configura un conjunto de gran belleza visual.

Figura 1. Imagen de la instalación diseñada

En la tabla 2 se describen los elementos que componen el espacio y los contenidos científicos que pueden posibilitar en la sesión de experimentación objeto de análisis.

Tabla 2. Descripción de materiales y contenidos científicos a trabajar

Descripción de los materiales	Contenidos científicos a trabajar
Pan rallado: Es un material en forma de gránulos que permite la manipulación y el trasvase. Su textura cambia con la humedad, tiene una caída ligera y en "cascada". Ofrece la posibilidad de ser amontonado o esparcido y de cubrir elementos.	- Observación y comparación de las propiedades sensoriales y mecánicas de los materiales. - Clasificación de los materiales. - Desarrollo de la creatividad al dar diferentes usos a los materiales. - Utilización de los 5 sentidos para percibir, pensar y sentir al manipular los diferentes materiales. - Establecer relaciones causa-efecto al provocar acciones con los materiales. - Generalización de algunas propiedades o comportamientos de los materiales. - Formulación de hipótesis o predicción de propiedades y comportamientos de los materiales y comprobación a través de la observación y la manipulación. - Descripción, explicación y/o argumentación de los procesos o resultados obtenidos - Fomento de la creatividad, la curiosidad y el deseo de encontrar respuestas.
Embudos de diferentes tamaños y colores: Elementos cónicos cuyo vértice desemboca en un tubo que posee un agujero. Son de plástico. Permiten trasvasar contenido de un recipiente a otro. Otros posibles usos: juego simbólicos, construcción, conjuntos, seriación...	
Flaneras de diferentes tamaños: Recipientes en forma de cuenco achatado, de acero inoxidable. Permiten contener elementos, trasvasar, construir, hacer sonido, juego simbólico...	

Desarrollo de la sesión objeto de análisis

Durante la asamblea inicial los alumnos observaron y describieron los elementos y su disposición en el espacio ("Son de colores rojo, azul y están repetidos", "Están de pie y boca abajo", "Allí faltaría el vaso pequeño") y debatieron sobre la forma de la instalación ("Parece un sol", "Podría ser un paisaje, con las carreteras y los coches"). Además, todos ellos manifestaron las ganas que tenían de adentrarse en el espacio y empezar a jugar con los elementos.

Al realizar el dibujo de la instalación, se observa claramente la diversidad de puntos de vista y las diferencias en el grado de detalle entre el alumnado al representar gráficamente un mismo conjunto, una misma realidad compartida entre todos ellos al mismo tiempo. (Figura 2).

Figura 2. Ejemplo de dibujos de dos alumnos

Durante la experimentación libre los alumnos, en su mayoría, jugaron en pequeños grupos de 3 o 4 personas y en parejas. En las acciones que realiza el alumnado se observó la utilización de los sentidos para explorar los materiales, se percibió una gran concentración durante el juego y una notable alegría por parte de los alumnos cuando realizaban un descubrimiento, en ese momento es destacable la búsqueda del adulto de referencia o de sus iguales para compartir dicho acontecimiento.

Algunas de las acciones más observadas fueron verter pan rallado desde una flanera a través de varios embudos en cadena, uno encima de otro; construir con flaneras y embudos llenos y vacios; cubrir objetos o partes de su cuerpo con pan rallado; observar la caída del pan rallado a través de los embudos y desde las flaneras, probando distintas posiciones; amontonar el pan rallado y hacer huellas en él; golpear el embudo y la flanera y comprobar su sonido. Cuando el tiempo de experimentación finaliza, la instalación queda totalmente transformada con respecto a su configuración inicial (Figura 3).

Figura 3. Imagen de la instalación al finalizar

Al término de la sesión, en la asamblea final, los alumnos verbalizaron sus descubrimientos y la maestra, mediante preguntas, provocó que pensaran sobre sus acciones, lo que había ocurrido, lo que ocurriría sí… etc. Todo ello permite conocer sus interpretaciones y acompañarles en la ampliación de sus modelos.

De manera más concreta, los alumnos manifestaban haber descubierto que la flanera y el embudo sonaban de manera diferente ya que están formados de materiales diferentes ("Suenan diferentes porque el embudo es de plástico y la flanera es de metal"); que la formación de pan rallado es un proceso irreversible, es decir, que no puede volver a ser barra de pan ("No puede porque ya está cortadito, ya está exprimido y no es mágico"). También durante la asamblea pusieron en marcha la formulación de hipótesis respecto a varios conceptos como la velocidad de caída del pan rallado a través de embudos de diferente tamaño, dependiendo de si se vierte desde una flanera grande o pequeña ("Cae más rápido a través del embudo pequeño porque el otro es más grande y se puede meter más y dura más, pero el pequeño como es muy pequeño se puede meter poco y dura menos"); y la predicción de un fenómeno ("Si echamos pan rallado a través de dos embudos pequeños terminarán a la vez"), entre otros procedimientos de tipo científico. Por tanto, se trabajaron los contenidos planteados en el diseño previo a la implementación de la sesión.

Conclusiones

Las conclusiones obtenidas en este trabajo son fruto tanto de los aprendizajes científicos y didácticos como de aspectos motivacionales y afectivos. De acuerdo con los objetivos planteados al inicio de la experiencia educativa, se concluye que la instalación propuesta presenta unas características estructurales y estéticas que favorecen situaciones de aprendizaje donde el alumnado se acerca a la ciencia que hay a nuestro alrededor de manera lúdica a través de la observación y manipulación de elementos de uso cotidiano, de pensar en lo que ha ocurrido o en lo que podría ocurrir y de verbalizar sus acciones para pasar la actividad experimental a la actividad mental. Por tanto, se muestra que es posible globalizar aprendizajes uniendo varias áreas como la plástica y las ciencias en este caso.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2016-76743-P (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) y al grupo de investigación consolidado BEAGLE: Investigación en Didáctica CCNN (IUCA).

Referencias bibliográficas

Abad, J. (2009). *Iniciativas de Educación Artística a través del Arte Contemporáneo para la Escuela Infantil (3-6 años)* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Abad, J. y Ruiz de Velasco (2014). *Contexto de simbolización y juego. La propuesta de las instalaciones.* Aula de Infantil, 77, 11-15.

Abad, J. y Ruiz de Velasco (2011). *El juego simbólico*. Barcelona: Graó.

De Puig, I. (2004). *Persensar. Percibir, sentir, pensar*. Barcelona: Octaedro.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana.

Larrañaga, J. (2001). *Instalaciones.* Donostia-San Sebastián: Nerea.

Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6: Laboratorios de ciencias en la escuela infantil.* Barcelona: Graó.

Evaluación de la propuesta de Sostenibilidad llevada a cabo por el alumnado de la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria

Mª del Carmen Conde Núñez, Aurora Muñoz-Losa y J. Samuel Sánchez Cepeda

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura

cconde@unex.es

Resumen:

Presentamos parte de un estudio de evaluación del proceso de E-A llevado a cabo en la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria. Concretamente la integración de la Sostenibilidad en la asignatura a través de un proyecto de aprendizaje colaborativo sobre un problema ambiental que posteriormente integraron también en una unidad didáctica que diseñaron para el aula de primaria en la que se siguió una metodología constructivista basada en la investigación escolar. Aportamos un análisis de las valoraciones de los alumnos y una propuesta de mejora para llevar a cabo en el curso próximo.

Palabras Clave: Sostenibilidad, proyectos colaborativos, investigación escolar, evaluación.

Introducción

En la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria de 4º de la Universidad de Extremadura llevamos varios cursos trabajando una propuesta de investigación escolar con el alumnado teniendo como referentes y materiales los trabajos de Rivero et al (2012) y (2017). Desde el inicio los alumnos trabajan en grupo diseñando una unidad didáctica cuyo tema se escoge del curriculum de Ciencias de la Naturaleza.

Nuestra labor en la guía de sus trabajos sigue una metodología constructivista con la intención de que el alumnado realice una unidad didáctica inicial que después se va reelaborando a medida que analizan y reflexionan gracias a la aportación de referencias bibliográficas seleccionadas. Concretamente se analizan cuatro aspectos que son los propuestos por Rivero et al (2012). A esto hemos añadido un apartado más sobre Sostenibilidad que se ha reforzado con la elaboración de un proyecto colaborativo basado en un problema-pregunta ambiental relacionado directamente con el tema de su U.D.

Empezamos este tema y proyecto por dedicar todas las horas de seminario de la asignatura al mismo (25% del total). En las clases de gran grupo se dedicaban actividades a la sostenibilidad mientras se realizaba la U.D. El proceso seguido tuvo tres momentos principales:

1. Detección de ideas previas a través de una lluvia de ideas y un cuestionario para valorar la incorporación de la Sostenibilidad en la U.D. inicial.
2. Trabajo colaborativo a través de un proyecto sobre una pregunta relacionada con la sostenibilidad en su U.D. orientada a una cuestión problemática ambiental de su entorno que pudiera motivarles. Logramos que se plantearan hipótesis que respondieran a esa

pregunta y que éstas guiaran la búsqueda de su información, la organización y la interpretación de los datos, hasta llegar a conclusiones que se expondrían en clase.
A la par íbamos aportando material digital, lectura de documentos como la Carta de la Tierra y material didáctico relacionado y otras referencias sobre la problemática ambiental actual (Novo, 2010) (Vilches y Gil, 2010). Se realizó una salida al medio con la intención de sentir el paisaje y expresar las emociones ante el mismo, todo ello teniendo como referente la propuesta de Fernández y López (2007). Se trabajaron los hábitos y actitudes personales.
Finalizando el curso hicieron tres actividades de reflexión sobre todo lo trabajado en torno a la sostenibilidad. Dos de carácter individual (portafolio y un cuestionario en la plataforma Google Forms) y otra grupal (guía de reflexión).

En esta comunicación presentamos los resultados de la Evaluación del proceso de E-A efectuada por los alumnos a través de las actividades de reflexión antes mencionadas.

Objetivos

- Evaluar la propuesta de E-A llevaba a cabo (fortalezas y debilidades) en relación con el tratamiento de la sostenibilidad en función de las reflexiones del alumnado.
- Proponer propuestas de mejora para el curso próximo.

Marco teórico

El término sostenibilidad hace referencia a la "búsqueda de la calidad ambiental, la justicia social, y una economía equitativa y viable a largo plazo" (CADEP, 2012). Contempla así tres variables en el concepto de sostenibilidad: ambiental, social y económica. De este modo, la UNESCO caracteriza la sostenibilidad como una categoría sistémica compleja que incluye e interrelaciona los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales del desarrollo humano que se deben contemplar en los procesos de formación (Aznar y Ull, 2009).

Cebrián y Junyent (2014) proponen un marco competencial detallado en base a las capacidades que deben desarrollar los docentes en su ejercicio profesional para incorporar la dimensión de ES en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Primaria. Estas serían: Visionar escenarios de futuro/alternativos, contextualizar, trabajar y vivir con la complejidad, pensar críticamente, tomar decisiones, participar y actuar para el cambio, Clarificar valores, Establecer diálogo entre disciplinas y gestionar las emociones. Incorporar la sostenibilidad a nivel de la formación de profesorado es el gran reto que podrá hacer que los maestros puedan estar después capacitados para integrarla en las aulas de infantil y primaria, si somos además coherentes con modelos de enseñanza-aprendizaje que permitan que los maestros en formación lleven a cabo también incorporaciones reales dentro de sus propuestas.

Para Cañal (2007), "La investigación escolar es una estrategia de enseñanza en la que, partiendo de la tendencia y capacidad investigadora innata de todos los niños y niñas, el docente orienta la dinámica del aula hacia la exploración y reflexión conjunta en torno a las preguntas que los escolares se plantean sobre los componentes y los fenómenos característicos de los sistemas socionaturales de su entorno…". (p.12). La investigación escolar nos parece un modelo que facilita la integración de la sostenibilidad, partiendo de preguntas-problema en relación con problemas ambientales se pueden hacer explícitas las ideas de los alumnos.

Respecto a cómo evaluar los procesos de integración de la sostenibilidad en la formación, el concepto de evaluación para nosotros coincide con la visión de Rivero y otros (2017) y tiene la intención de regular el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo el ajuste de dicho proceso. Se utiliza también en nuestro caso como una herramienta de aprendizaje, y como elemento que permite proponer mejoras en dicho proceso.

Metodología

Para poder dar respuesta a los objetivos, los alumnos respondieron un cuestionario individual y a un guión de reflexión realizado en clase.

La muestra fue de 110 alumnos pertenecientes a dos grupos de 4º de Grado de Educación Primaria que realizan evaluación continua. En el aula, 25 grupos (entre 3 y 5 miembros) que representan a la mayoría de alumnos que optaron por la evaluación continua. El cuestionario individual fue realizado por 54 alumnos de forma voluntaria y anónima fuera del aula.

El cuestionario comprendía 16 ítems con respuestas abiertas y cerradas con dos objetivos: evaluar el proceso de E-A en relación a sostenibilidad y que les sirviera como una actividad de reflexión para aumentar la metacognición al respecto. En esta comunicación, nos centramos tan solo en la evaluación del proceso de E-A y aportaremos datos de dos de las preguntas realizadas: una pregunta cerrada de valoración de dicho proceso y una pregunta abierta en relación con sus propuestas de mejora.

A su vez, de forma grupal, los alumnos respondieron a una serie de preguntas de un guión que les permitió reflexionar entre otros puntos sobre las fortalezas y debilidades encontradas en el modo de trabajar todo lo relacionado con sostenibilidad en la asignatura.

Resultados y discusión

Destacamos la siguiente secuenciación que nos permite conocer su visión sobre la evolución desde la formación recibida en la problemática ambiental, a la adquisición de competencias que sirven para el diseño de U.D. y su posterior aplicación como maestros en el aula de primaria (ver Figura 1). Se pidió a los alumnos que valoraran desde “muy poco” hasta “mucho” distintos del proceso E-A. Al no obtener ninguna valoración “muy poco”, se eliminó esa columna de la Figura 1.

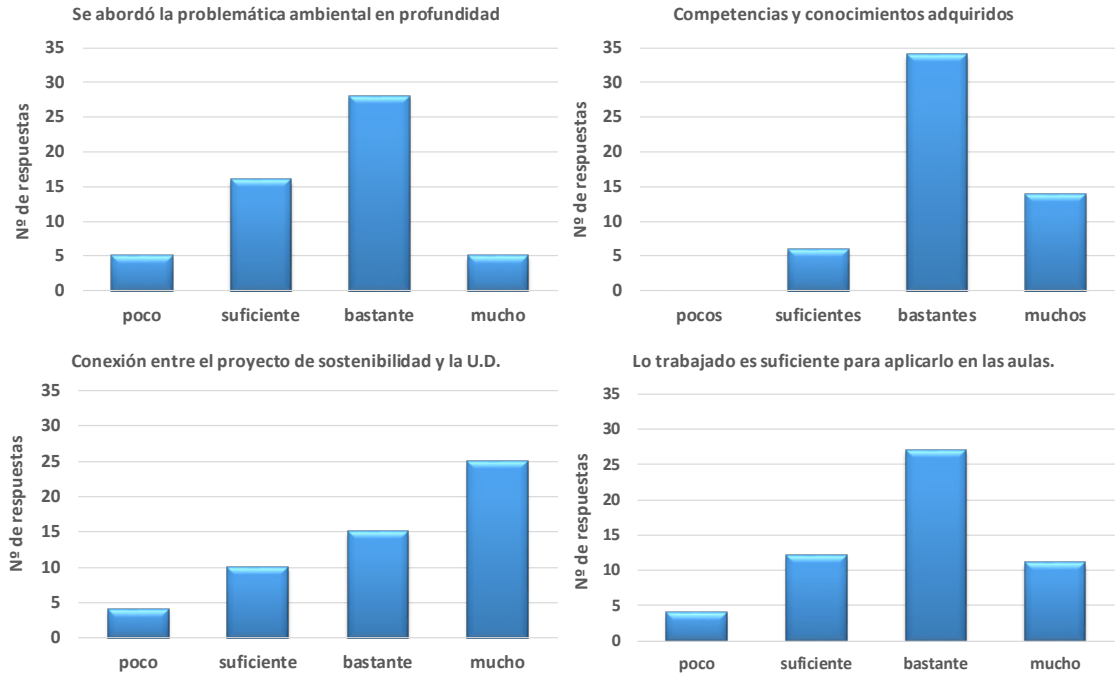


Figura 1. Valoraciones de alumnado respecto a la evolución de algunos aspectos del proceso de E-A

Se observa que en todas las gráficas más del 50% de los estudiantes considera bien trabajada la cuestión de sostenibilidad. Sin embargo, el grado máximo de satisfacción es pequeño en la

formación recibida respecto a la problemática ambiental, lo cual podría estar conectado con una de las debilidades más destacadas: la falta de tiempo empleado, al ser una asignatura de un solo semestre (ver Figura 3). A pesar de ello, los alumnos muestran gran satisfacción en la adquisición de competencias y otros conocimientos, sintiéndose muy capaces de conectarlo con la U.D. diseñada. Un aspecto a destacar es que fuera del aula universitaria este porcentaje disminuye, por lo que observamos una pérdida de seguridad cuando deben afrontar el trabajo como maestros en un aula real. Por tanto, parece que mientras están bajo la guía del profesor y desarrollando un trabajo colaborativo con sus compañeros valoran positivamente sus capacidades, pero las ponen en duda para su futuro profesional donde pueden creer que estos retos se afrontan de forma individual.

Se les pidió que de forma grupal reflexionaran sobre las fortalezas y debilidades encontradas en cómo se trabajó la sostenibilidad. Los resultados se reportan en las figuras 2 y 3.

La fortaleza más valorada (11 grupos) es haber trabajado una metodología nueva, motivadora y activa. En este caso, se refieren al proyecto colaborativo basado en problemas que a su vez está incardinado en el marco de la metodología de investigación escolar empleada en el resto de la asignatura. De hecho, varios grupos destacaron el carácter colaborativo y divulgativo de su trabajo. Expresan (9 grupos) que ha sido un aprendizaje significativo para aplicarlo en el aula. Observamos que cuando responden de forma grupal aumenta la valoración de sus competencias si comparamos con la figura 1. Además, valoran positivamente (8 grupos) la mejora personal de concienciación, sensibilización y hábitos. Por otro lado, se resalta la superación de un reto personal (7 grupos) para buscar información, acercarse a una problemática de su entorno y con ello aumentar la formación conceptual.

Figura 2: Fortalezas del proceso E-A según la reflexión del alumnado**.**

A continuación, analizaremos las debilidades manifestadas por los grupos de alumnos (ver Figura 3). Más del 50% de los grupos son unánimes en subrayar que la mayor debilidad fue la falta de tiempo para profundizar. Este hecho es difícil de mejorar ya que, como mencionamos anteriormente, la asignatura es semestral. Otra de las grandes dificultades con las que se enfrentaron (10 grupos) fue su escasez de conocimientos previos sobre Sostenibilidad. En nuestra opinión, la dificultad para búsqueda de información y su tratamiento (en la que se incluyen, por ejemplo, entrevistas con personal experto, acceso a fuentes originales, informes especializados, etc.) está más relacionada con la superación de retos apenas afrontados hasta el momento. De igual forma, 5 grupos indican como dificultad la aplicación de los nuevos conocimientos, aunque seguramente esto obedece a emociones negativas relacionadas con su autoconcepto como futuros maestros donde surgen la inseguridad y los miedos. En contraste, 7 grupos sí lo indicaron como una fortaleza (Figura 2).

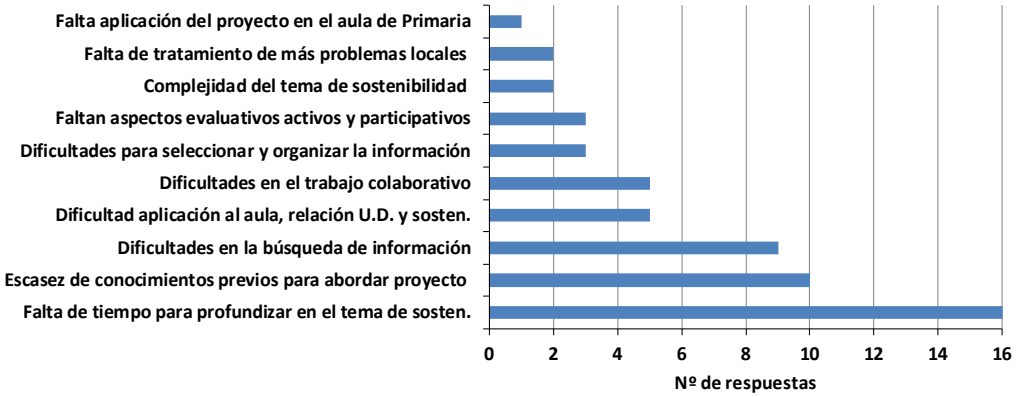


Figura 3: Debilidades del proceso E-A según la reflexión del alumnado.

Observamos que no distinguen entre sus "debilidades personales" y las debilidades del proceso de E-A, ya que destacan como debilidad sus dificultades para trabajar de forma colaborativa y la anteriormente comentada búsqueda y tratamiento de información. Entendemos que la conquista de las competencias ha de pasar por situaciones emocionales negativas, ser conscientes de las mismas y la mejora de su percepción de su autoeficacia. Por último, queremos destacar que los alumnos echaron en falta ciertos aspectos activos y participativos en la evaluación como, por ejemplo, una autoevaluación y mayor evaluación intergrupal.

Finalmente, en el cuestionario individual de evaluación se les pidió que indicaran los aspectos que mejorarían del proceso E-A (ver Figura 5). Los alumnos coinciden de forma insistente en 3 mejoras concretas: ampliar el tiempo dedicado, aumentar las salidas al medio natural e incidir en la concienciación y el compromiso ambiental. Existe un número de alumnos satisfechos con todo el proceso que no modificarían nada.

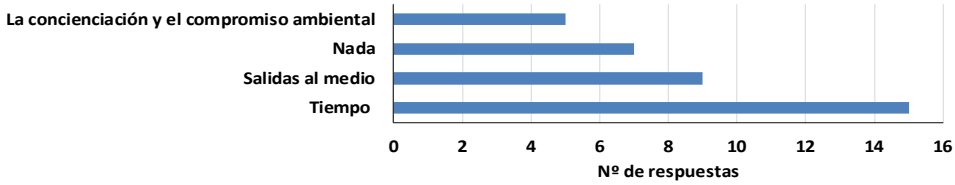


Figura 4: Propuestas de mejora de los alumnos en el proceso de E-A.

Conclusiones

Los alumnos se consideran bastante satisfechos con el proceso de E-A y con las competencias adquiridas para la introducción de la Sostenibilidad en la programación de aula. Sin embargo, fuera del aula universitaria este porcentaje disminuye, quizá por una escasa preparación en la que se dé un tratamiento globalizado de la sostenibilidad en el Grado, además de poner en evidencia emociones negativas ante los retos que se les puede plantear en la práctica real.

Valoran de forma destacada el haber participado en metodologías de aprendizaje colaborativo basado en proyectos, en los que los problemas ambientales fueron el punto de partida, y la incardinación de esta forma de trabajo con la metodología de investigación escolar. Son conscientes de la coherencia entre las metodologías propuestas y su desarrollo práctico en el aula. Este modo de trabajo fue novedoso para ellos y han experimentado una gran motivación al haberse convertido en los actores principales del proceso de E-A.

El aumento de la concienciación y el compromiso ha sido un logro alcanzado para muchos de ellos. Entendemos que la propia dinámica de trabajo haya podido favorecerlo. Por último, a

pesar de que se ha dedicado un 25% del tiempo de la asignatura a sostenibilidad, el alumnado siente que debería tener mayor peso. Concretamente demandan aumentar las salidas al medio natural y actividades relacionadas con la concienciación y mejorar la evaluación a través de instrumentos de autoevaluación, coevaluación, etc.

Propuestas de mejora

Creemos realmente que el aspecto evaluativo ha de plantearse de una forma más participada, dando a su vez más oportunidades para aumentar los momentos donde evaluar sus trabajos. Con ello pueden adquirir más competencias sobre evaluación y reflexivas sobre el proceso de E-A. Sin embargo, sí se ha hecho una evaluación más detenida sobre el proceso de Enseñanza.

Debemos reforzar la expresión de sus emociones con la finalidad de que observen la evolución de cuestiones como su autoconcepto, el pensamiento de autoeficacia y manejen como autorregular estas emociones, lo que mejoraría el trabajo grupal.

Respecto al tiempo y las salidas al medio nos encontramos ante la mayor dificultad. Entendemos que deberíamos volver a incidir sobre las salidas al medio como una cuestión fundamental. Para ello suprimiríamos documentación de lectura y algún seminario de tutorización para liberar 3 sesiones y realizar dichas salidas al entorno natural cercano. Esas sesiones tendrían una progresión constructivista partiendo de la experiencia de sentir el entorno, expresar sus ideas y emociones, pasando a una sesión de salir para conocer y comprender a otra de salir para proponer, actuar y concluir.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

Referencias bibliográficas

Aznar, P. y Ull, M.A. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, *nº extraordinario*, 219-237

CADEP-CRUE (2012). Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. Recuperado de: http://docplayer.es/16105151-Directrices-para-la-introduccion-de-la-sostenibilidad-en-el-curriculum-crue.html

Cañal, P. (2007). La investigación escolar hoy. *Alambique, 52*, 9-19

Cebrián, G. y Junyent, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, *32(1)*, 29-49

Fernández, A. y López, M.C. (2007). La educación en valores desde la Carta de la Tierra. Por una pedagogía del cuidado. *Revista Iberoamericana de Educación*. *53*, 1-19

Novo, M. y Murga, M.A. (2010). Educación ambiental y ciudadanía planetaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7*(nº extraordinario)*, 179-186

Vilches, A. y Gil, D. (2010). ¿Cómo puede contribuir la educación a la construcción de un futuro sotenible?. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *7(nº extraordinario)*, 297-315

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis

Rivero, A., Porlán, R., Rodríguez, F., Hamed, A., Martín del Pozo, R., Ezquerra, A. y Azcárate, P. (2012). *Aprender a Enseñar Ciencias en Primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte

La pérdida de polinizadores: una propuesta de diseño didáctico para maestros de primaria en formación

Borja Gómez Prado, Blanca Puig Mauriz y María Pilar Jiménez Aleixandre

Departamento de Didácticas Aplicadas, Área de Ciencias Experimentales.
Universidad de Santiago de Compostela

borja.gomez.prado@usc.es

Resumen:

El declive de las poblaciones de insectos implicadas en el proceso de polinización es un tema de interés científico, social y educativo, apropiado para promover las prácticas científicas bajo el marco del uso de las cuestiones sociocientíficas en el contexto formativo. El alumnado trabaja muy pocos contenidos relacionados con insectos, plantas y polinización durante su escolarización que desembocan en falta de interés y conocimientos. Además, con el tiempo se desarrollan actitudes y emociones negativas hacia los insectos influenciadas por el contexto cultural. No se han encontrado estudios centrados sobre el tema propuesto a nivel de formación de profesorado de educación primaria de modo que se describe una secuencia didáctica innovadora desarrollada para implementar la temática y la evaluación preliminar de la misma.

Palabras clave: polinización; insectos; secuencia didáctica; plantas; formación universitaria.

Introducción

Trabajar con cuestiones sociocientíficas

El número de artículos publicados sobre las cuestiones sociocientíficas, CSC de forma abreviada, y la implementación en educación ha crecido anualmente (Tekin, Aslan y Yimaz, 2016) demostrando la utilidad de su uso en el marco educativo. Trabajar con CSC promueve diferentes beneficios para los estudiantes (Sadler, Romine y Topçu, 2016) que se forman en las competencias científicas y el pensamiento crítico siendo capaces de enlazarlo al contexto social y ético.

Las CSC tienen enlaces conceptuales o de procedimiento con la ciencia, pero son problemas abiertos con tendencia a tener múltiples soluciones. Las soluciones se apoyan en principios científicos, pero no son únicamente determinadas por ellos. Los problemas y los potenciales canales de acción están influenciados por una variedad de factores sociales incluyendo política, economía y ética (Sadler, 2011). Está por tanto en la naturaleza de las CSC que siempre tienen soluciones alternativas (Acar, Turkmen y Roudchoudhury, 2010) que pueden ser muy diferentes en su aproximación al problema. Normalmente la mejor solución es una combinación ponderada de las distintas soluciones. El declive de los polinizadores tiene estas características.

Es una cuestión científicamente compleja e incluso incierta con cuestiones relacionadas con el desarrollo de la civilización, cuyas soluciones implican cambios sociales que pueden generar controversia.

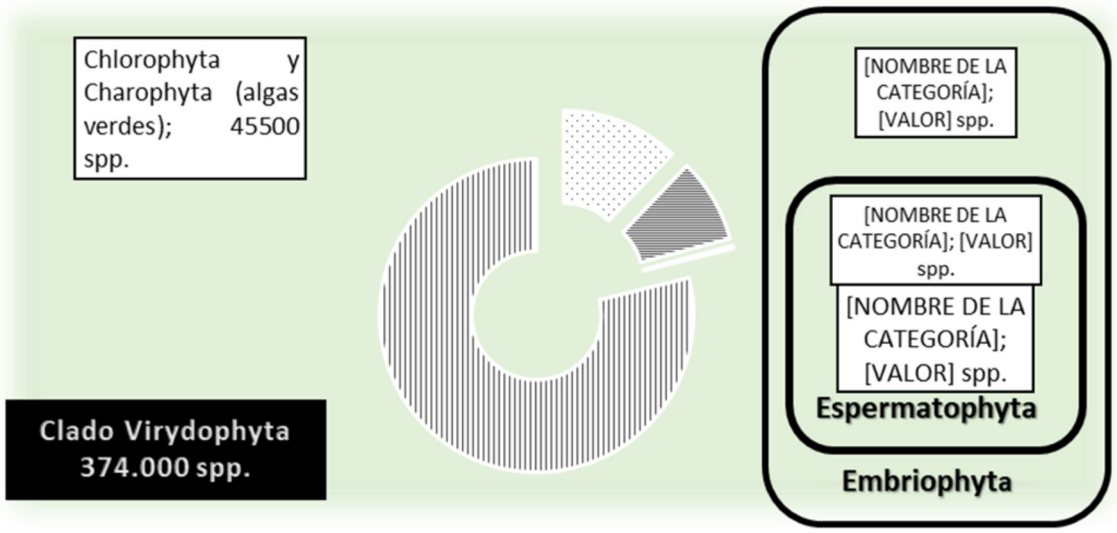


Figura 1. Representación gráfica del número de especies en los diferentes grupos de Viridophyta. Obsérvese la importancia numérica Espermatophyta respecto al total de plantas.

La polinización.

La importancia de la polinización.

El grupo Viridophyta, con 374.000 especies, abarca algas verdes y al resto de especies que normalmente llamamos plantas. Dentro de este grupo, Espermatophyta es el conjunto más grande con 296.000 especies descritas (Christenhusz y Byng, 2016). El resto de plantas son grupos más primitivos que no dependen de la polinización para su reproducción como musgos y helechos. Definimos entonces polinización como la transferencia de polen en Espermatophyta, es decir, las plantas con semillas, flores y polen (Figura 1).

Espermatophyta comprende Gimnospermas y Angiospermas. Las Gimnospermas como los pinos o las secuoyas tienen gran importancia ecológica por ser mayoritariamente grandes árboles dominantes en climas fríos y templados, pero son relativamente pocas especies y su polinización depende casi en exclusiva del viento. Las Angiospermas por el contrario son mucho más variadas y dependen de los animales para su polinización, aunque algunas familias sean también típicamente polinizadas por el viento. Por ejemplo, las gramíneas que son plantas especializadas en la polinización por el viento son actualmente el grupo de mayor importancia económica en el mundo gracias a especies como el trigo, arroz o maíz. La mitad de las calorías consumidas por la humanidad provienen de estas plantas, ya sea consumidas de forma directa o de forma indirecta para alimentación de ganado y aves de consumo. Sin desestimar la importancia de la polinización por el viento, la realidad es que el 87,5% de las especies de angiospermas dependen de animales (Ollerton, Winfree and Tarrant, 2011) para polinizarse correctamente. La mayoría de especies de interés humano y de plantas silvestres (Klein et al. 2007) están en esta categoría. Los insectos son el grupo polinizador ampliamente predominante. La polinización está bien documentada sobre todo para cultivos de interés humano (Free, 1993). Sin embargo, hay menos trabajos sobre las plantas silvestres cuya biología es muchas veces desconocida (Kopec y Burd, 2017) aunque la salud de los ecosistemas depende en gran medida de ellas y su polinización. Además, la calidad y salud de medio ambiente afecta a los cultivos de interés humano. El 70% de los principales cultivos incrementan su productividad, estabilidad y calidad por la acción de los polinizadores domésticos y salvajes.

El problema del declive de los polinizadores

El descenso en el número de colonias de abejas es un fenómeno extendido en el tiempo sin un claro causante (Ellis, Evans y Pettis, 2010). Los estudios sí concuerdan en que la disminución del número de abejas y otras especies de polinizadores es un problema grave. Se han propuesto diferentes causas pero los estudios demuestran que no afectan a las colonias por igual en todas las regiones y sin embargo las colonias sufren pérdidas igualmente. Fuentes de infección como virus, ácaros y nematodos parásitos se han propuesto como posibles factores. La acción subtóxica de pesticidas neonicotinoides, las prácticas agrícolas no sostenibles y las especies invasoras, como *Vespa velutina* en Europa, también apuntan como posibles causas. No obstante, no existe un consenso científico respecto a un único culpable. Todo indica que se trata de un conjunto de factores de stress que afecta de forma distinta en diferentes regiones y que hace que las muertes de colonias sean más habituales (Watanabe, 2008). La pérdida de poblaciones de polinizadores no domésticos también se ha valorado en diferentes estudios y va asociada a la de las abejas, por lo que el problema tiene carácter global.

Ideas previas sobre insectos, plantas y polinización.

Abordar CSC en el aula de primaria requiere por parte de los maestros de un conocimiento teórico significativo del tema a tratar debido a sus ramificaciones variadas. El docente debe manejar suficiente información para conducir sus sesiones de clase. Para abordar la CSC de la pérdida de polinizadores es necesario poseer conocimientos que no necesitan ser demasiado profundos, pero sí suficientemente variados sobre botánica, zoología o agricultura, entre otras disciplinas. El profesorado de primaria en formación tiene muy pocos conocimientos acerca de insectos y plantas, además de actitudes negativas hacia los insectos lo que complica trabajar en la CSC propuesta. Actitudes negativas hacia un animal disminuyen la probabilidad de que los futuros profesores los incluyan en sus clases (Wagler, 2010). Proponemos y describimos una secuencia didáctica en este campo diseñada para que el profesorado en formación pueda adquirir las destrezas necesarias para trasladar la CSC propuesta a sus clases.

Participantes y contexto.

158 estudiantes del grado de magisterio en tercer año de formación en la asignatura de "Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales II" en la facultad de Ciencias de la Educación de Santiago de Compostela. Es una asignatura obligatoria y es el segundo contacto con las ciencias a lo largo de su formación académica universitaria. El contenido está centrado en las ciencias de la salud y el medioambiente. En muchos casos el alumnado proviene de itinerarios de bachillerato que tienen poco o ningún contenido de ciencias experimentales. El objetivo de la asignatura es proporcionar herramientas didácticas para las ciencias experimentales y abordar contenidos de ciencias para profesores de primaria

Metodología

Desarrollo de la secuencia

Se proponen tres bloques para desarrollar la temática. En la tabla 1 se resume la temporalización de los mismos.

Tabla 1. Resumen de la cantidad de sesiones por bloque de conocimiento. La duración de cada sesión es de hora y media

Bloques	Insectos	Plantas y polinización	La pérdida polinizadores
Número de sesiones	3	2	1

Bloque 1 Insectos

En la primera sesión se realizó una evaluación de modelos de colmenas de abejas. En este caso se provecharon modelos de colmenas que habían realizado los alumnos de la asignatura el año anterior. El objetivo es desarrollar un espíritu crítico y trabajar la modelización en ciencias. La abeja es un insecto familiar y resulta interesante para introducir al alumnado en la secuencia. Deben discutir en pequeños grupos y evaluar los modelos. Disponen de fichas con información teórica en cada modelo para formar su opinión y de cuestionarios con preguntas que deben resolver a raíz del debate entre ellos sobre cómo se representan los distintos aspectos de la vida de las abejas en los modelos propuestos.

En la segunda sesión realizaron un dibujo de un insecto, para ver las ideas previas que tienen acerca de su morfología. Después se les presentaron imágenes de insectos y los alumnos respondieron en cuestionarios acerca de sus impresiones y las emociones que sienten con cada imagen. A continuación, se realizó una experiencia de juego en el aula con la plataforma *kahoot*. Esto sirve para explicar conceptos teóricos acerca de diferentes aspectos de los insectos en cada pregunta y atraer la atención al tratarse a modo de concurso

En la tercera sesión se trabajó con los ejemplares reales de insectos que los alumnos habían dibujado en la sesión anterior. Observando los ejemplares disecados con una lupa, debían clasificar sus estructuras mediante una hoja de clasificación que se les proporcionó. En la parte final debían de volver a dibujar sus insectos, pero esta vez prestando atención a los detalles que habían observado.

Bloque 2 Plantas y polinización

En la cuarta sesión desarrollaron una clasificación científica de distintos vegetales de uso cotidiano. Esto tuvo lugar en distintas etapas. Primero lo hicieron usando sus propios criterios y viendo los vegetales que tenían a su disposición en las mesas. Luego con una hoja en la que se les mostraban imágenes de las flores correspondientes a los vegetales, debían relacionar la forma de las flores con la proximidad de las plantas en sus distintas familias biológicas y hacer una nueva clasificación en base a este criterio, llegando finalmente a la clasificación biológica real.

En la quinta sesión el alumnado relacionó una selección de insectos con una selección de plantas a las que polinizaban. Para ello disponían de información relativa a cada ejemplar que debían escoger para colocar en una tabla que les permitiera usar los datos para establecer las conexiones de polinización entre las distintas especies.

Bloque 3 La pérdida de polinizadores

La sexta sesión presentaba la problemática sociocientífica de la pérdida de polinizadores. En un debate abierto el alumnado discute si firmarían o no una petición online realizada por una ONG para suprimir el uso de pesticidas. Después de esta actividad tuvieron que utilizar diferentes pruebas que se les presentaban y relacionarlas con hipótesis mediante flechas de modo que pudieran determinar si una prueba apoyaba la hipótesis, la descartaba, o la apoyaba ligeramente o no tenía relación. Finalmente realizaron un debate conjunto sobre dos frases seleccionadas con ideas opuestas publicadas en los medios acerca de la pérdida de polinizadores, debiendo argumentar con cuál estaban de acuerdo y por qué.

Toma de datos

Para determinar el interés y la capacidad de trasladar a sus propias sesiones los contenidos, se examinaron los portfolios que el alumnado debía realizar sobre las sesiones prácticas, en la que al menos debían presentar la primera sesión del bloque de insectos y cualquiera de las otras a escoger.

Resultados y discusión

Se revisaron 158 portfolios y se codificaron en tres categorías: adaptable, no adaptable y sin mención. En la figura 2 se recoge un resumen del total de menciones de cada sesión y la categoría en que dicha sesión fue asignada. Adaptable son casos en los que se explicita que la sesión produce sensaciones positivas de aprendizaje y hay además la posibilidad adaptar dicha sesión a sus clases en primaria. En el caso de no adaptable, o se menciona que la sesión como tal no produjo un aprendizaje significativo o bien que no sería posible adaptarla para la enseñanza primaria. Sin mención significa que no existe información en el portfolio relativa a estos aspectos porque el alumno simplemente hace una descripción de las actividades sin análisis crítico. La primera sesión al ser obligatoria aparece en todas las ocasiones, y la cantidad de menciones a no adaptable suele referirse a la complejidad teórica y a no disponer de los modelos. La segunda sesión, no fue escogida en demasiadas ocasiones ya que la mayor parte de la misma consistía en exponer sus impresiones y emociones en los cuestionarios, aunque en la parte del juego de preguntas en clase todos los grupos estaban muy motivados, quizás en parte porque este concurso de preguntas se les presenta de forma que compiten por ver quién es el ganador. Es destacable el número de veces que fue escogida y valorada positivamente la tercera sesión. Trabajar con insectos reales es determinante para esto ya que son numerosas ocasiones las que menciona que usar ejemplares reales les resulta más motivador. La cuarta sesión tampoco fue mencionada en muchas ocasiones, pero destacamos que a la mayoría de los alumnos les resulta difícil encontrar semejanzas morfológicas entre las flores, quizás por falta de formación en este campo. La quinta sesión ha sido la menos presentada por los alumnos. Es posible que sea necesario introducir modificaciones en la misma para que resulte más atractiva. La sexta y última sesión les resulta interesante cuando la mencionan por poder debatir y argumentar en grupo sus opiniones. En el futuro deberá tenerse en cuenta el potenciar los aspectos más positivos como el trabajo con ejemplares reales y reducir los negativos como la complejidad de las tareas, para mejorar la eficacia de la secuencia.

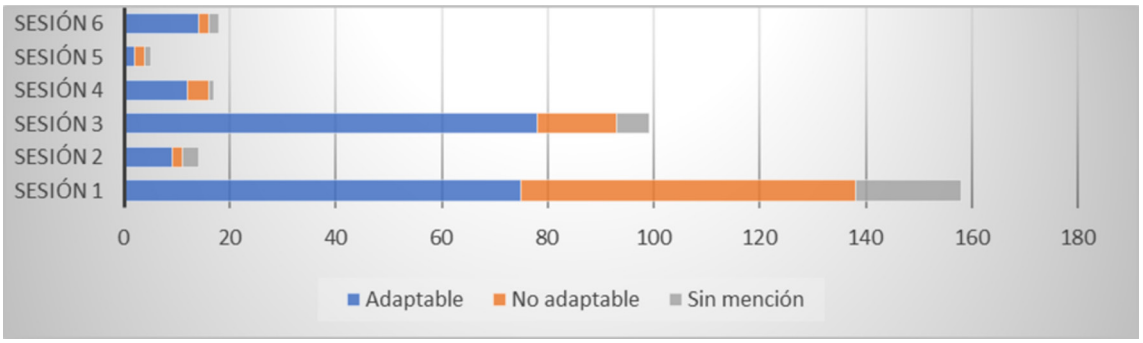


Figura 2. Representación del total de sesiones examinadas presentes en los portfolios del alumnado

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto EDU-2015-6643-C2-2-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias

Acar, O., Turkmen, L. y Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education, 32*(2), 1191-1206. DOI: 10.1080/09500690902991805

Christenhusz, M. y Byng, J. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa, 261*(3), 201–217. DOI: 10.11646/phytotaxa.261.3.1

Ellis, J., Evans, J. y Pettis, J. (2010) Colony losses, managed colony population decline, and colony collapse disorder in the United States. *Journal of Apicultural Research, 49*(1), 134-136. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.30

Free, J. (1993) *Insect pollination of crops*. Academic Press, London, UK.

Klein, A., Vaissiere, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C. y Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences,* 274(1608), 303-313. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721

Kopec, K. y Burd L. (2017) *Pollinators in peril: a systematic status review of North American and Hawaiian native bees.* 14 págs. Center for Biological Diversity.

Ollerton, J., Winfree, R. y Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos, 120*(3), 321-326. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x

Tekin, N., Aslan, O. y Yilmaz, S. (2016). Research trends on socioscientific issues: a content analysis of publications in selected science education journals. *Journal of Education and Training Studies, 4*(9), 16-24. DOI: 10.11114/jets.v4i9.1572

Sadler, T., Romine, W. y Topçu M. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education, 38*(10), 1622-1635. DOI: 10.1080/09500693.2016.1204481

Sadler, T. (2011) *Socio-scientific issues in the classroom*. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Wagler, R. (2010) The association between preservice elementary teacher animal attitude and likelihood of animal incorporation in future science curriculum. *International Journal of Environmental & Science Education, 5*(3), 353-375.

Watanabe, M. (2008) Colony collapse disorder: many suspects, no smoking gun. *BioScience, 58*(5), 384–388. DOI: 10.1641/B580503

Influencia de las metodologías activas en las emociones, autoeficacia y resultados de aprendizaje en estudiantes de Ciencias Ambientales de educación a distancia

David González-Gómez[1], Alejandrina Gallego-Picó[2], Jin Su Jeong[1], y Juan Carlos Bravo[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura. [2]Departamento de Ciencias Analíticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia

dggomez@unex.es

Resumen:

La Educación a Distancia en el ámbito universitario está ganando relevancia, en parte debido a la flexibilidad de sus programas formativos que permiten soslayar las restricciones de espacio-tiempo de los programas presenciales. Sin embargo, estos programas pueden generar sentimientos de aislamiento y una disminución de la motivación. El uso de metodologías de enseñanza activas consigue aumentar la motivación, colaboración, y la consecución de mejores resultados de aprendizaje. Sin embargo, en un contexto tradicional de aprendizaje a distancia su uso no es frecuente por las características intrínsecas de esta metodología de enseñanza. Esta investigación evalúa la influencia del uso de metodologías activas en el fomento de emociones positivas, creencias de autoeficacia y logros de aprendizaje, observándose un efecto positivo en las variables estudiadas.

Palabras clave: Métodos activos, autoeficacia, emociones, educación a distancia

1. Introducción

Los programas de Educación a Distancia están creciendo en importancia en la educación universitaria. De acuerdo con los resultados publicados por Kentnor (2015), recabados entre 2007 y 2012, el incremento de estudiantes matriculados en programas a distancia se ha incrementado cerca del 20%, y desde 2012 esta cifra crece a un ritmo del 5%. En España, el número de estudiantes matriculados en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) ha crecido un 33% desde 2001. Este gran desarrollo viene motivado por la gran flexibilidad intrínseca de los programas no presenciales (Ludwing-Hardman y Dunlap, 2003) y la gran accesibilidad a contenidos que proporciona Internet (Kurzman, 2013).

Por otra parte, es evidente que el aprendizaje en muchas de las carreras vinculadas a las Ciencias Experimentales en la Educación a Distancia está condicionado por el modelo, principalmente debido a que dificulta la propuesta y realización de actividades prácticas y experimentales, lo que obstaculiza en muchos casos la comprensión de conceptos básicos. Este hecho desmotiva el aprendizaje al no ser posible contactar con las situaciones cercanas al desarrollo profesional (González-Gómez et al., 2015). Esta situación puede ser paliada implementando métodos de enseñanza activos que favorezcan la capacidad para el análisis en profundidad de los temas específicos y el entrenamiento en la resolución de problemas y casos reales.

En la última década ha habido un gran número de investigaciones relacionadas con la importancia del dominio afectivo en la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas de ciencias (Mellado

et al., 2014). Así, en los últimos años se ha comprobado que la utilización de metodologías activas como la gamificación (Sánchez-Martín, Cañada-Cañada y Dávila-Acedo, 2017) o la clase invertida (Jeong, González-Gómez y Cañada-Cañada, 2016), potencian las emociones positivas de los y las estudiantes en las clases de ciencias.

Por otra parte, las metodologías activas incentivan y dinamizan la interacción estudiante-estudiante y estudiante-docente, facilitando el feedback estudiante-docente, que a veces es escaso o llega demasiado tarde. Trabajar en problemas ligados a la realidad y el mayor contacto, genera un ambiente de aprendizaje motivador que modifica la actitud de los estudiantes y sus emociones (Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada-Cañada, Martínez y Sánchez-Martín, 2015), previniendo el posible abandono. Las tasas de abandono son preocupantes en el contexto de la enseñanza universitaria a distancia.

2. Objetivo

El objetivo de este estudio ha sido evaluar la influencia del empleo de metodologías activas de Enseñanza/Aprendizaje (E/A) sobre las emociones, creencias de autoeficacia y resultados de aprendizaje en un curso de ciencias impartido en el contexto de la metodología a distancia.

3. Metodología

Muestra

La muestra estaba formada por los estudiantes matriculados en el curso de "Contaminación Atmosférica" del Grado en Ciencias Ambientales de la UNED durante el curso 2016/17. Esta asignatura es obligatoria y se imparte en el tercer año del grado. El número total de estudiantes matriculados en el curso 2016/17 fue de 231.

Para este estudio los estudiantes se distribuyeron de forma aleatoria y voluntaria en dos grupos. En el primer grupo, o grupo control (GC), se siguió una metodología de E/A tradicional en el contexto de la metodología de educación a distancia y en él se inscribieron 119 estudiantes. En el segundo grupo, o grupo intervención (GI), se siguió una metodología activa en el contexto de la metodología de educación a distancia y en él se inscribieron 112 estudiantes.

Diseño del curso

El contenido de esta asignatura se ha estructurado en diez unidades didácticas. En ellas se recogen los aspectos fundamentales del medio dispersor, la atmósfera, y de los contaminantes atmosféricos, su origen y efectos locales, regionales y globales. También las medidas de seguimiento y control, y la legislación desarrollada al efecto. Tras la finalización del curso, se espera que el alumnado haya adquirido las competencias específicas ligadas a los contenidos y sean capaces de identificar los problemas y optar por las medidas a tomar para paliar los efectos. El curso sigue una metodología de educación a distancia, y de acuerdo con el plan docente asignado, los estudiantes requieren un total de 125 horas para adquirir las competencias planteadas.

Todos los y las estudiantes cuentan con un texto básico adaptado a la metodología a distancia, una guía didáctica que incluye, entre otros, el plan de trabajo, detalles sobre el sistema de evaluación, etc. Los estudiantes también cuentan con un aula virtual con diferentes herramientas de comunicación e interacción on-line, tales como foros y chats. Además, información y material complementario, ejercicios de autoevaluación (herramienta QUIZ), etc.

En el caso del GC, se siguió una evaluación sumativa, consistente en la realización de un examen presencial final. En el caso del GI se siguió una evaluación formativa consistente en la realización de actividades (resolución de problemas, estudio de casos, uso de simuladores y calculadores on-line, etc.). Estas actividades pueden considerarse como una fuente de retroalimentación con-

tinua con el objetivo de mejorar la enseñanza y el aprendizaje y, en consecuencia, como una herramienta de evaluación formativa (Gikandi et al., 2011). De forma complementaria, el GI además contó con material interactivo a través del espacio virtual de la asignatura. Concretamente se puso a disposición del alumnado podcasts, hot-potatoes, mapas conceptuales, presentaciones, simuladores interactivos etc.

Instrumentos de Investigación

Para la recogida de datos se utilizó un cuestionario, previamente validado, que fue completado por los participantes del estudio al final del curso. El cuestionario fue facilitado de forma on-line a todos los estudiantes del curso, y fue completado de forma voluntaria y anónima. El cuestionario constaba de tres secciones: en la primera se recababa información descriptiva de la muestra, en la segunda sección información relativa a la dimensión emocional de los participantes. Esta sección incluye un total de 8 ítems donde el alumnado debía valorar la frecuencia de las emociones sentidas empleando una escala de 0 a 10, así como facilitar una breve explicación sobre la puntuación dada. Finalmente, la tercera sección se recaba la información relativa a las creencias de autoeficacia tras completar el curso, y consistió en cuestionario tipo Likert de 10 niveles y 16 ítems. El cuestionario se diseñó en base a los estudios de Borrachero et al. (2014), y su validación se llevó a cabo por un panel de investigadores expertos en la temática.

Tratamiento de datos

La información recabada fue analizada de forma cualitativa y cuantitativa. Con objeto de establecer la normalidad o no de los datos, se aplicó el test de normalidad de Shapiro-Wilk comprobándose que estos no seguían una distribución normal. Para establecer las diferencias estadísticas entre el grupo control y el grupo de intervención se aplicó el test no paramétrico de Mann-Whitney. En el tratamiento de datos estadístico se utilizó el programa SPSS 22.0. La estimación del tamaño del efecto (TE) se realizó mediante la estimación de Rosenthal (Rosenthal, 1991).

4. Resultados y discusión

Análisis descriptivo

Aunque el cuestionario fue facilitado a los 231 estudiantes, tan solo 110 lo completaron (26 estudiantes del GC y 84 del GI). A pesar de que el número de participantes de cada grupo era similar, los estudiantes pertenecientes al GI completaron en mayor número la encuesta, concretamente 84 estudiantes. La muestra control contó con un mayor número de hombres, en ambos casos tanto el rango de edades como el porcentaje de estudiantes de primera matrícula es similar. También el número de estudiantes que además de estudiar estaban trabajando fue mayoritario, lo que constituye una característica general de los estudiantes matriculados en estudios impartidos en modalidades a distancia (Ludwing-Hardman y Dunlap, 2003).

Efecto de las metodologías activas en las emociones sentidas por los estudiantes

El análisis estadístico de los resultados nos indicó que existían diferencias estadísticamente significativas entre las emociones sentidas por los estudiantes a lo largo del curso. Concretamente el alumnado perteneciente al GI proporcionó significativamente mayor puntuación a las emociones “tranquilidad” y “seguridad” (emociones positivas). En relación a las emociones negativas, el GI otorgó significativamente valores más bajos a todas ellas, pero de forma destacada a las emociones “preocupación” y “miedo”. Los resultados se resumen en la Tabla 1. En relación al análisis del tamaño del efecto, se puede observar que existe un efecto medio pequeño (valores de TE-r entre 0.1 y 0.2) para la emoción “seguridad”, un efecto intermedio (valores de TE-r entre 0.24 y 0.33) para las emociones “tranquilidad”, “nerviosismo” y “preocupación”, y un efector alto (valores de TE-r entre 0.37 y 0.45) para las emociones de “aburrimiento” y “miedo” (Cohen, 1988).

Con objeto de entender las razones dadas por los y las participantes como justificaciones de las emociones sentidas, se realizó un análisis de los comentarios justificativos incluidos en los cuestionarios. Para ello se codificaron y agruparon utilizando las categorías descritas por Dávila-Acedo, Borrachero, Brígido y Costillo (2014). Las justificaciones empleadas se englobaron dentro de la categoría de "estudiante" (capacidad de aprendizaje, motivación o experiencias previas); respecto a la categoría "asignatura" (contenidos, actividades o tareas); y, por último, debidas a la "metodología" seguida en el curso (metodología docente, sistema de evaluación y actitud del o de la profesora). Los resultados muestran que las emociones sentidas eran debidas, principalmente, a factores relacionados con la asignatura en el GC, mientras que en el GI las emociones sentidas se atribuyeron en mayor medida a la metodología seguida en el curso.

Tabla 1. Comparación de los puntajes dados para cada emoción por los participantes del grupo de control (GC) e intervención (GI). Los valores promedio se compararon mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney

	Emoción						
	Seguridad	*Pasión*	*Tranquilidad*	*Nerviosismo*	*Preocupación*	*Aburrimiento*	*Miedo*
GC	6.00 (2.10)	5.46 (2.82)	5.35 (2.31)	6.23 (2.08)	6.73 (1.90)	3.57 (2.35)	5.00 (2.65)
GI	6.99 (1.92)	6.61 (2.43)	6.75 (2.38)	4.47 (3.06)	4.76 (2.92)	1.90 (2.01)	1.69 (2.55)
α	0.026	0.055	0.006	0.002	0.000	0.001	0.000
TE-r	0.22	0.19	0.25	0.29	0.30	0.37	0.45

Efecto de las metodologías activas en la promoción de creencias de autoeficacia

Bandura (1997) definió a la autoeficacia como las creencias de una persona referidas a su capacidad para organizar y ejecutar las diferentes fases de una acción necesarias para conseguir determinados logros. En esta investigación, el concepto autoeficacia se refiere a la creencia que tiene el alumnado sobre su capacidad de utilizar las competencias aprendidas en el curso en el desarrollo de futuras labores profesionales relacionadas. La comparación de los datos obtenidos, a través de la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, mostró que los participantes del GI otorgaron significativamente puntuaciones más elevadas a aquellas creencias relacionadas con su capacidad de aplicar las competencias aprendidas durante el curso. Sin embargo, los participantes del GC proporcionaron puntuaciones más bajas en todos los ítems del cuestionario. Puntuaciones altas en las creencias de autoeficacia se han asociado con un mejor rendimiento y mayor disfrute mientras se realiza una tarea, mientras que los puntajes más bajos en las creencias de autoeficacia se han asociado con una mayor ansiedad al fracaso (Perrenoud, 1996). Este aspecto es especialmente relevante en estudiantes de programas a distancia, donde se ha demostrado que la falta de motivación, sentimiento de aislamiento y ansiedad son las principales causas de abandono y fracaso (Ludwing-Hardman y Dunlap, 2003; Ali y Smith, 2015).

Efecto de las metodologías activas en los resultados de aprendizaje

Para evaluar la influencia de la metodología de enseñanza en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, se han comparado las calificaciones finales, de ambos grupos, mediante la prueba de Mann-Whitney. Las calificaciones promedio obtenidas por los estudiantes matriculados en el GC fue 4.43 ± 2.53 mientras que en el GI fue 6.52 ± 2.20, siendo estos valores estadísticamente

diferentes. Por lo tanto, seguir una metodología de enseñanza activa no solo tiene un efecto positivo en las emociones de los estudiantes y las creencias de autoeficacia, sino también en sus resultados de aprendizaje en el contexto de un programa de aprendizaje a distancia. La Figura 1 resume las distribuciones de calificaciones.

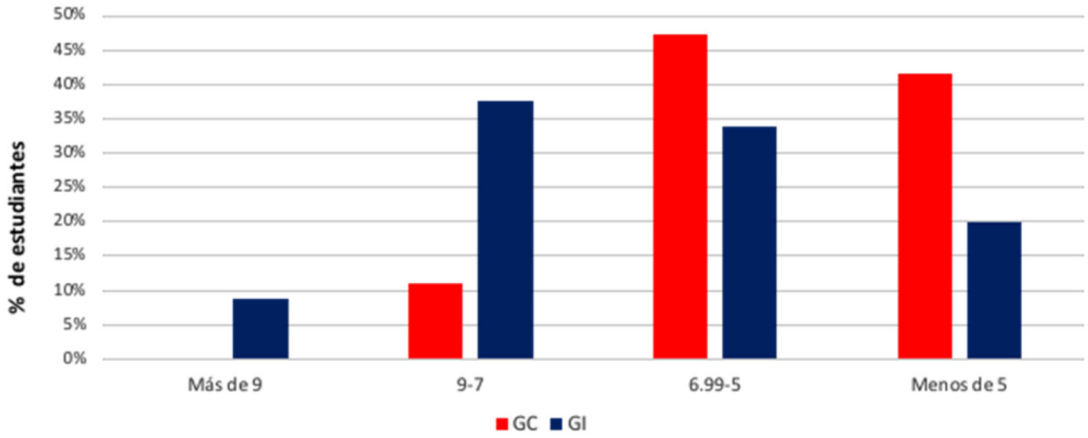


Figura 1. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes pertenecientes al Grupo Control (GC) y al Grupo Intervención (GI).

Como se puede observar en la Figura 1, en el GC la gran mayoría de los estudiantes obtuvieron calificaciones inferiores a 7, observándose además que nadie obtuvo calificaciones superiores a 9. Sin embargo, en el GI la mayoría de los estudiantes obtuvieron calificaciones superiores a 7 y alrededor de 9% más de 9. En todos los casos, la escala de calificación fue de 0 a 10.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha estudiado la influencia que tiene sobre las emociones, las creencias de autoeficacia y los resultados de aprendizaje seguir una metodología activa dentro de un contexto de enseñanza a distancia. El estudio se ha realizado en el curso de "Contaminación Atmosférica" del Grado en Ciencias Ambientales impartido en la UNED.

Los resultados han mostrado que seguir una metodología activa ha beneficiado la promoción de emociones positivas en los participantes pertenecientes al GI, así mismo como una disminución de las emociones negativas sentidas por este grupo de estudiantes. En el análisis de las causas indicadas por los estudiantes respecto a las emociones sentidos, los pertenecientes al GI, donde predominaron las emociones positivas, las atribuyeron a la metodología empleada. Por otro lado, los estudiantes del GC, donde predominaron las emociones negativas, lo justificaron en base a la asignatura. En relación a las creencias de autoeficacia, también se observa una influencia significativa de la metodología activa seguida en el curso, observándose que los estudiantes pertenecientes al GI proporcionaron puntuaciones más altas que el GC.

Finalmente, los resultados de aprendizaje también fueron mejores en los estudiantes del GI. Con todo ello, este estudio concluye que la utilización de metodologías activas de E/A, en el contexto de la enseñanza de contenidos científicos en una modalidad a distancia, reporta grandes beneficios para el alumnado, tanto a nivel afectivo como en términos de logros académicos. Los resultados de autoeficacia recabados también indican que las metodologías activas podrían contribuir a fomentar la motivación y disminuir la ansiedad, ambos aspectos claves en estudiantes de programas a distancia.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE). Jin Su Jeong agradece al programa Juan de la Cierva Formación, del Ministerio de Economía y Competitividad de España (JDC-2015) la financiación recibida.

7. Referencias

Ali, A. y Smith, D. (2015). Comparing social isolation effects on students' attrition in online versus face-to-face courses in computer literacy. *Issues in informing science and information technology, 12*, 11-20.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman.

Borrachero, A.B. Brígido, M. Mellado, L. Costillo, E. y Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science & Technological Education, 32*(2), 182-215.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum

Dávila-Acedo, M.A. Borrachero, A.B. Brígido y M. Costillo, E. (2014). Emotions and its causes in the learning of physics and chemistry. *International Journal of Developmental and Educational Psycology, 1*(4), 287-294.

Dávila-Acedo, M.A. Borrachero A.B. Cañada-Cañada, F. Martinez, G. y Sánchez-Martín, J. (2015). Evolution of the emotions experienced by prospective primary teachers, focused on didactics of matter and energy. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(3), 550-564

Gikandi, J.W. Morrow, D. y Davis, N.E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education, 57*, 2333-2351.

González-Gómez, D. Gallego Picó, A. Garcinuño, R.M. Morcillo, M.J. Durand, J.S. y Fernández, P. (2015) Diagnostic and assessment of specific and transversal competences in Chemistry studies in a distance education program. En E. Poza, J. Domenech & J. Lloret (Eds.), *Head'15* (pp. 576-580). Valencia: Universitat Politécnica de Valencia

Jeong, J.S. González-Gómez, D. y Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 747-758.

Kentnor, H.E. (2015). Distance education and the evolution of online learning in the United States. *Curriculum and Teaching Dialogue, 17*(1-2), 21-34.

Kurzman, P.A. (2013). The evolution of distance learning and online education. *Journal of Teaching in Social Work, 33*(4-5), 331-338.

Ludwing-Hardman, S. y Dunlap, J.C. (2003). Learner support services for online students: Scaffolding for success. *The international review of research in open and distributed learning,* 4(1), 1-8.

Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L., Dávila-Acedo, M.A. et al. (2014). Las emociones en la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 11-36.

Perrenoud, P. (1996). La construcción del éxito y del fracaso escolar. Madrid: Morata.

Rosenthal, R. (1991). Meta- analytic procedures for social research (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.

Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F. y Dávila-Acedo, M.A. (2017). Just a game? Gamifying a general science class at university Collaborative and competitive work implications. *Thinking Skills and Creativity, 26*, 51-59.

Evaluación para el Aprendizaje en asignaturas con elevado alumnado: el caso de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el grado de Maestro en Educación Primaria

Mónica Herrero y Antonio Torralba-Burrial

Departamento de Ciencias de la Educación. Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Oviedo

herreromonica@uniovi.es

Resumen

Este trabajo presenta el uso de la herramienta "Cuestionarios" en Moodle como instrumento para implementar la Evaluación para el Aprendizaje en el caso de una asignatura con un elevado número de matrículas (más de 220 personas) durante dos cursos. El diseño de los cuestionarios se adaptó para facilitar la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Para potenciar el aprendizaje activo y colaborativo y el enfoque de "aprender haciendo", en el último curso se propuso a los estudiantes que elaboraran, mediante una actividad grupal presencial inspirada en el juego-concurso de De Vries, preguntas adicionales que, tras ser seleccionadas por el profesorado, pasarían a formar parte del banco de preguntas desarrollado por los docentes. De esta forma, utilizando la herramienta "Cuestionarios" en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) se pudo facilitar, a pesar del gran número de alumnos, un sistema de Evaluación para el Aprendizaje en línea.

Palabras clave: entornos virtuales de aprendizaje, *blended-learning*, didáctica de las ciencias experimentales, Evaluación para el Aprendizaje, Moodle

Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) potencia el uso de plataformas o Sistema de Gestión de Aprendizaje como Moodle para la creación de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) que faciliten el aprendizaje mixto o *blended-learning,* combinando la formación presencial con la formación en red.

La selección de técnicas e instrumentos de evaluación adecuados, adaptados a las características específicas del contexto, es parte de la planificación integral del aprendizaje mixto. Los EVA en Moodle incorporan funcionalidades para el desarrollo y procesamiento de pruebas de evaluación en línea, facilitando la gestión del tiempo, el aprendizaje móvil y/o ubicuo y la retroalimentación. En los últimos años se está extendiendo el uso de soportes en línea (dispositivos móviles u ordenadores) para la evaluación, lo que ha facilitado una mayor motivación de los alumnos para participar en actividades de autoevaluación (Zlatonic, Balaban, Kermet, 2015). La posibilidad de planificar la evaluación de forma que ni el lugar ni la hora estén limitados pero que al mismo tiempo sí puedan ser controlados y medidos es una de las principales ventajas que se reconoce a los cuestionarios basados en sistemas en línea.

Los EVA ofrecen oportunidades para maximizar el potencial de la Evaluación para el Aprendizaje (EpA) (*Assessment for Learning*, AfL) incluso en asignaturas con muchos alumnos. La EpA se ha

definido (Baas et al., 2015) como el proceso de recopilar información sobre el estudiante, a partir de una variedad de prácticas de evaluación, de forma que esta información permita modificar los procesos de enseñanza-aprendizaje para ajustarlos mejor a las necesidades del alumnado. La EpA incide en la importancia de establecer prácticas de evaluación que sirvan para ceder responsabilidad a los estudiantes en la toma de control de su propio aprendizaje, potenciando la competencia de aprender a aprender. Resultados previos muestran que las actividades de seguimiento de la EpA ayudan a los estudiantes a comprender mejor cómo es su proceso de aprendizaje, facilitándoles orientación para la planificación de sus tareas (Baas et al., 2015).

Resultados publicados indican que mediante el anuncio de diversos tipos de evaluación en línea se puede influir positivamente en las estrategias de aprendizaje del alumnado en un periodo relativamente corto de tiempo, consiguiendo un impacto positivo no solo en términos de la percepción del estudiante sino en los resultados académicos alcanzados (Zlatonic, Balaban, Kermet, 2015).

Por otra parte, en la enseñanza tradicional, las preguntas de evaluación pertenecen de forma privada al profesor, que es quien toma decisiones sobre ellas. Pero en los últimos años se está reconociendo el interés de que los alumnos participen en la elaboración de las cuestiones, ya que repercute de forma positiva hacia la consecución de los distintos niveles de aprendizaje deseados (según la taxonomía de Bloom) y favorece la autosuficiencia.

Para promover además el aprendizaje colaborativo en tareas de evaluación, el juego-concurso de De Vries (DeVries y Edwards, 1973) supone una alternativa al enfoque tradicional, fomentando el trabajo grupal para la preparación y consecución de unos objetivos comunes. Se basa en la interacción entre iguales y el establecimiento de un clima que facilite la adquisición de las competencias en situaciones reales (Serret Segura, Martí Puig y Corbatón Martínez, 2016). Su aplicación se ha presentado como una alternativa de innovación para la evaluación, para mejorar la adquisición de las competencias, los objetivos y los contenidos educativos perseguidos dentro de las aulas (Andreu y Sanz-Torrent, 2010).

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) desarrollar un sistema de EpA en línea, en el bloque de la asignatura de *Didáctica de las Ciencias Experimentales* correspondiente a la enseñanza-aprendizaje de contenidos sobre Biología, que fuese aplicable al elevado número de participantes en la asignatura. 2) incorporar diversas estrategias de adaptabilidad y retroalimentación en el sistema de EpA en línea que favoreciesen tanto el aprendizaje individual del alumnado como el colaborativo en tareas de evaluación.

En este caso concreto, aunque partiendo de los aspectos que se consideraron más beneficiosos e inspiradores de la propuesta de De Vries, se planteó su adaptación como actividad grupal presencial con la finalidad de enriquecer las estrategias de EpA en línea, pero sin poner en práctica la dimensión competitiva del juego, que se sustituyó por un debate en el aula.

Metodología

Participantes y contexto

Las muestras incidentales fueron las correspondientes al alumnado matriculado en dos cursos académicos (2016/17 y 2017/18, con 225 y 240 matrículas, respectivamente) en la asignatura *Didáctica de las Ciencias Experimentales* en el Grado en Maestro en Educación Primaria. La EpA se planteó en el boque correspondiente a la enseñanza-aprendizaje de la Biología (con un peso en la calificación final del 25%, proporcional a las horas en la asignatura, que incluye además otro bloque sobre Física y Química). El alumnado de movilidad internacional no pudo participar de forma presencial durante el primer semestre, tiempo en que se desarrollaron las clases del bloque, pero sí en el EVA (donde estuvieron disponibles todos los materiales didácticos) y en la

EpA. En esta asignatura el alumnado que no es de primera matrícula (que llegó a ser del 40% en el primer año que se implementó) refiere habitualmente dificultades para asistir a las clases presenciales por solapamiento de horarios con otras asignaturas en las que está también matriculado.

Instrumentos y recogida de información

Se utilizó la herramienta "Cuestionarios" de Moodle para implementar el sistema en línea de EpA, diseñando los instrumentos para la evaluación diagnóstica, sumativa y formativa, pero con distintas características en cada caso.

Para la evaluación diagnóstica se diseñó un cuestionario que consistió en 15 preguntas, las mismas para todos los participantes, con un solo intento y retroalimentación completa (si la respuesta era o no correcta, mostrando además la solución). Estuvo abierto unos diez días al inicio de la asignatura. Se informó al alumnado previamente (en clases presenciales, mediante correo electrónico desde la plataforma y etiquetas en el EVA) sobre la finalidad, las instrucciones y características, anunciando que no iba a ser evaluable. En este cuestionario diagnóstico se incluyeron distintos formatos de pregunta, requiriéndose en algunos casos la introducción de texto.

Para la evaluación sumativa se diseñaron tres cuestionarios evaluables, correspondientes a cada uno de los temas tratados, que junto con otra actividad en línea en el EVA suponían un peso del 40% en la calificación del bloque de Biología. El primer curso en que se implementó el sistema, el banco de preguntas (preparado con mucha antelación) fue de cerca de 100 por tema y aprox. un 3% más en el siguiente curso, al incorporar las planteadas por el alumnado (tras su selección por el profesorado).

Las instrucciones, características, fechas y disponibilidad de los cuestionarios evaluables se anunciaron al principio del curso a todos los matriculados (mediante correos y en clase). Se configuraron con 10 preguntas seleccionadas al azar del banco de datos, barajando categorías y subcategorías, tiempo limitado a 5 minutos en modo seguro, un solo intento, estando disponibles en línea durante 24 horas. Se abrió un solo cuestionario por semana. Se estableció el envío automático. Si terminaban antes, los participantes lo enviaban de forma manual. La retroalimentación (limitada a si la respuesta era o no correcta, junto con la calificación) solo se facilitó una vez cerrado el cuestionario.

En la actividad colaborativa presencial para elaborar preguntas se pidió a cada grupo (de 6 personas) que diseñaran en clase, al finalizar cada tema expuesto, los enunciados y respuestas para 6 preguntas (según el formato indicado), clasificándolas en 3 niveles de dificultad (fácil, intermedia, y difícil) según su criterio, teniendo a su disposición los materiales didácticos diseñados y utilizados por los docentes en el aula. Las preguntas se debatieron en clase antes de subirlas como "Tarea" al EVA para ser revisadas por los profesores antes de incorporarlas al banco.

Finalizada la fase de evaluación sumativa en línea, para la evaluación formativa, los cuestionarios no incentivados (sin calificación) se abrieron sin límite de intentos, pero sí de tiempo (5 minutos), selección al azar de 10 preguntas desde el banco y retroalimentación (solo si respuesta correcta o no) una vez finalizaron las clases presenciales de la asignatura, al menos dos meses antes del examen final escrito.

Los resultados se analizaron a partir de la información registrada en la plataforma.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra el porcentaje del alumnado que respondió a los cuestionarios para la evaluación diagnóstica y sumativa en los dos cursos académicos.

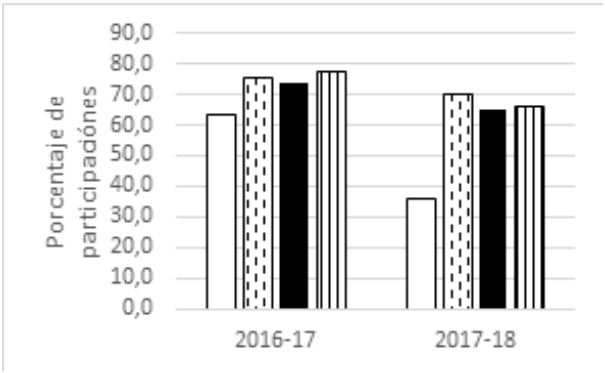


Figura 1. Porcentaje de participantes en los cuestionarios: de evaluación diagnóstica (blanco) y evaluables: C1 (línea discontinua), C2 (negro), C3 (línea continua)

Al analizar los resultados del cuestionario para la evaluación diagnóstica se observó que los formatos de pregunta en los que los participantes tenían que escribir la respuesta (tipo respuesta corta o incrustada con espacios en blanco) dificultaban las tareas de revisión y retroalimentación. Por eso, para la evaluación sumativa se evitó este tipo de preguntas, incluyendo solo preguntas de selección, mayoritariamente múltiple (una opción correcta entre 4 posibles) o emparejamiento, facilitando además su cumplimiento en el tiempo limitado (5 minutos).

Al configurar la retroalimentación de manera limitada a si la respuesta era o no correcta y la puntuación obtenida, cada alumno tenía que buscar la solución. Este formato en la retroalimentación propició mayor interacción y argumentación con el profesorado para resolver las dudas, tanto en tutorías grupales o individuales como por correo electrónico.

Aunque se podría esperar una baja participación en la evaluación diagnóstica debido a la falta de gratificación sobre la calificación, es destacable la respuesta obtenida, sobre todo en el primer curso.

La participación en los cuestionarios evaluables fue superior al 65%. Previamente se había observado una baja implicación del alumnado en otras actividades en línea planteadas si no iban acompañadas de una gratificación inmediata en forma de incentivo en la calificación (Herrero y Torralba-Burrial, 2017). La amplia participación en los cuestionarios evaluables apoya la observación, ya recogida por González Cabanach et al. (2011) de que el contexto motivacional más adecuado, especialmente para aquellos estudiantes con poca motivación, es aquel en que el estudiante, para implicarse en el aprendizaje, no solo está centrado en el conocimiento y mejora de

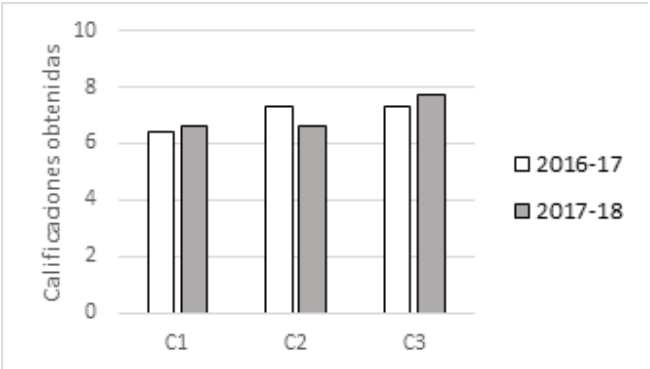


Figura 2. Comparación de las calificaciones promedio en los tres cuestionarios (C1, C2 y C3) en los dos cursos

sus capacidades sino también en conseguir un cierto nivel de rendimiento con metas académicas y sociales. El promedio de las calificaciones de los tres cuestionarios (Fig. 2) fue siempre superior a 6, destacando que la media más alta fue de 7,7. El contexto del aula no aconsejó realizar los cuestionarios evaluables bajo la supervisión del profesorado. Junto con su baja ponderación en la calificación final de la asignatura, esta circunstancia pretende además promover la formación en valores tales como la ética y la responsabilidad en el propio aprendizaje.

La actividad colaborativa en la elaboración de preguntas resultó muy interesante al darles la oportunidad a los futuros maestros de "aprender haciendo" (*learning by doing*) en situaciones reales. Aunque entre las preguntas preparadas por el alumnado hubo muchas repetidas entre los distintos grupos y otras que, a pesar del debate presencial, no seguían las indicaciones. Los alumnos mostraron problemas a la hora de establecer el nivel de dificultad de las preguntas, sin criterios. Estas observaciones revelan que, aunque durante sus años de de formación los futuros maestros están acostumbrados a responder preguntas, todavía tienen poca experiencia en diseñarlas, siendo por tanto interesante ofrecerles más oportunidades de "aprender haciendo" en tareas reales de evaluación.

Referencias:

Andreu, L. y Sanz-Torrent, M. (2010). El juego concurso de De Vries: una propuesta para la formación en competencias de trabajo en equipo en la evaluación. *Revista de Docencia Universitaria 8* (1), 121-141. https://doi.org/10.4995/redu.2010.6221

Baas, D., Castelijns, J., Vermeulen M., Martens R. y Segers, M. (2015). The relation between Assessment for Learning and elementary students´ cognitive strategy use. *British Journal of Educational Psychology, 85*, 33-46. DOI:10.1111/bjep.12058

DeVries, D. L. y Edwards, K. J. (1973). Learning games and student teams: Their effects on classroom process. *American Educational Research Journal*, *10*(4), 307-318.

González Cabanach, R., Valle Arias, A., Rodríguez Martínez, S, García Gerpe, M. y Mendiri Ruiz de Alsa, P. (2007). Programa de intervención para mejorar la gestión de los recursos motivacionales en estudiantes universitarios. *Revista española de Pedagogía, 237*, 237-256.

Herrero, M y Torralba Burrial, A. (2017). Factores que influyen en el aprendizaje mixto (*blended-learning*) y colaborativo en Moodle en Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado de Maestro en Educación Primaria. En: Pérez-Aldeguer, S., Castellano-Pérez, G., Pina Calafi, A. (Eds.), *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 48-60). Einhdoven: Adaya Press.

Serret Segura, A., Martí Puig, M. y Corbatón Martínez, R. (2016). Aprendizaje cooperativo. La técnica juego-concurso de De Vries. En: *Métodos pedagógicos activos y globalizadores*. Chiva Bartoll y Martí Puig (coords.). Graó: Barcelona.

Zlatovic, M., Balaban, I. y Kermek, D. (2015). Using online assessments to stimulate learning strategies and achievement of learning goals. *Computer & Education 91*: 32-45. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.012

La innovación docente y su incidencia en el desarrollo profesional en el contexto del Máster de profesorado de educación secundaria. Presentación de una experiencia en el área de ciencias y matemáticas

Rocío Jiménez-Fontana, Esther García-González y Francisco Manuel Moreno-Pino

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz

rocio.fontana@uca.es

Resumen:

Presentamos una experiencia enmarcada en un Proyecto de Innovación y Mejora Docente dentro de la asignatura de Innovación Docente e Iniciación a la Investigación en ciencias y matemáticas del Máster de Profesorado de Educación Secundaria –MAES– donde el equipo de profesores responsable desarrolló una acción coordinada, tanto en el diseño y desarrollo como en la evaluación de la misma. En este sentido, el desarrollo profesional docente fue el eje en torno al cual gira la experiencia. Los resultados obtenidos alientan a seguir elaborando experiencias de este tipo, con investigaciones asociadas a la propia práctica docente.

Palabras clave: Desarrollo profesional del docente, Formación de profesores, Innovación docente, Trabajo cooperativo.

Justificación y contexto de la experiencia

Presentamos una propuesta de trabajo conjunto en la docencia de dos grupos (Ciencias Experimentales y Matemáticas) de la asignatura de Innovación Docente e Iniciación a la Investigación –IDI– del MAES.

Esta asignatura tiene como cuerpo de conocimiento la innovación en sí misma y su seguimiento investigativo en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. Promueve la idea de que las innovaciones pueden ser elaboradas desde distintos enfoques epistemológicos, pero todas ellas tienen como propósito final mejorar situaciones deficitarias en algún aspecto del desarrollo del currículo. La innovación se trabaja como un proceso dinámico de cambios específicos y novedosos que tiene como resultado el crecimiento profesional y revierte potencialmente en el aprendizaje de los alumnos, en el marco de la formación inicial y desarrollo profesional del docente de secundaria.

El diseño, desarrollo y evaluación de IDI se enfocó desde el trabajo coordinado de dos profesores. Se trabajaron las dimensiones más relacionadas con la intervención en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, desde una visión interdisciplinaria. El diálogo disciplinar aporta una visión del conocimiento en constante construcción, donde afloran los límites de cada disciplina para comprender la totalidad del fenómeno. Ofrece, además, una visión integrada de los hechos del mundo, partiendo de la consideración de diferentes puntos de vista (Bonil, Junyent y Pujol, 2010).

En esta idea se incidió no solo a través de los contenidos, sino también de la metodología y evaluación empleadas en el discurso y dinámica de trabajo, ámbitos de investigación profesional –AIP–.

Las aulas son escenarios promovedores de cambio y transformación, lo cual implica que los formadores desarrollen metodologías de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas que partan del tratamiento de los problemas profesionales (Cardeñoso y Azcárate, 2002).

Dado el carácter profesionalizante del MAES, nuestras actuaciones configuran un escenario idóneo para articular una propuesta de desarrollo profesional del profesorado en clave de innovación docente (Cardeñoso, Azcárate y Oliva, 2013).

La finalidad de la experiencia fue promover la aproximación de los estudiantes a la comprensión de la innovación como motor en el desarrollo profesional, desde una lógica integradora entre disciplinas, donde la coordinación y el trabajo cooperativo entre docentes cobran un papel fundamental.

Los resultados permitieron mejorar la propuesta didáctica; lo cual repercute positivamente en el aprendizaje del estudiante, así como en nuestro desarrollo profesional docente.

Propuesta didáctica

Se trabajó desde la enseñanza por proyectos, la cual estimula a interrogarse sobre las cosas, a no conformarse con la primera respuesta y problematiza la realidad (Lacueva, 2001). Cobra especial relevancia el hecho de que las estrategias metodológicas y evaluativas implementadas son al mismo tiempo, un contenido en sí mismas. Lo que permitió a los estudiantes analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y teorizar desde él.

La asignatura consta de 16 sesiones de dos horas. Se configura por dos grupos, 36 estudiantes en ciencias, procedentes de la especialidad de B-G y F-Q y 20 de matemáticas. Las clases se desarrollaron simultáneamente en aulas separadas, la secuencia didáctica fue negociada y consensuada entre los docentes implicados. Se construyó en torno a tres momentos, cada uno con distintas sesiones (S):

Momento 1: Aterrizaje. Fase correspondiente con la concreción de la temática del proyecto.

En (S1) el objetivo fue generar contexto para iniciar el proyecto. Se formaron grupos permanentes de cuatro estudiantes, donde debían estar representadas cuatro disciplinas: Física, Química, Biología y Geología para ciencias. En matemáticas debían estar representados los cuatro campos: Álgebra, Análisis, Geometría y Estadística.

Se repartió un sobre a cada grupo con piezas de colores numeradas, de las cuales seleccionaron dos. Dichas piezas correspondían a uno de los bloques de contenidos según Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Así se asegura la integración de contenidos de diferentes áreas de conocimiento.

En (S2) se asignan los bloques seleccionados al azar y se realizan dos cuestionarios de exploración de ideas. A continuación se propone que analicen la convergencia entre ambos bloques de contenidos y piensen un tópico que los aglutine. Dicho tópico será el eje central de la secuencia de enseñanza que diseñarán para un curso de secundaria.

Por último se configuran los grupos de apadrinamiento, combinaciones de un grupo de ciencias y un grupo de matemáticas que cumple la función de acompañamiento mutuo. Los grupos se fueron reuniendo e intercambiando información durante todo el proceso.

Entre esta sesión y la siguiente los estudiantes deben leer un documento sobre el trabajo por proyectos.

Iniciamos (S3) con un recordatorio de lo hecho hasta el momento, dinámica que se repite al inicio de todas las sesiones. Se ponen en común las ideas clave de la lectura con el fin de activar los esquemas mentales y enfrentarse a la siguiente actividad donde elaboraron una propuesta de intervención inicial para el tópico seleccionado. Dicha propuesta fue la base para sucesivas reelaboraciones que configuran el Momento 2.

Como actividad para la siguiente sesión disponen de cuatro lecturas, relacionadas con el primer AIP a tratar, la evaluación.

Momento 2: Aproximaciones a los AIP (S4-S15)

En (S4) se realiza una puesta en común de las distintas lecturas. Seguidamente se presentan contenidos en torno al entendimiento del aula como sistema complejo y las finalidades educativas de una propuesta de intervención, es decir, el para qué enseñar. Se propuso una reflexión en torno a las finalidades educativas de su propuesta de intervención inicial. Asimismo deben esclarecer qué evidencias del proceso necesitan y con qué instrumentos recogerlas. Trabando así el AIP, evaluación, a través del "cómo evaluar". El siguiente paso fue ver las relaciones existentes entre el "cómo evaluar" y el resto de aspectos del sistema de evaluación: "qué evaluar", "por qué y para qué evaluar", "cuándo evaluar" y "quiénes".

Tras esta reflexión el docente formaliza los aspectos tratados sobre evaluación y se introduce el trabajo con problemas a colación de la evaluación de competencias, entrando en el AIP, metodología. Se propuso a los estudiantes que reelaboraran la evaluación de su versión inicial y diseñaran una trama de problemas. Para ello se les facilitan lecturas relacionadas con metodología en enseñanza de las ciencias y matemáticas.

Después se formalizan los aspectos relativos al trabajo con problemas en el aula de secundaria, se introduce el trabajo con las ideas previas y el tipo de actividades que guardan coherencia con las fases del trabajo por proyectos. Los estudiantes diseñaron las actividades correspondientes a la trama de problemas, de forma que dicha fuera el hilo conductor para la secuenciación de actividades. Esta actividad configuró la reelaboración del AIP *metodología* de su versión inicial. Para ello contaron con retroalimentaciones del docente y documentos de apoyo.

Para la siguiente sesión deben trabajar en torno a una serie de documentos relacionados con el AIP, contenidos.

En las siguientes sesiones se realizó una explicación en torno al "qué enseñar", motivada por los documentos anteriores, introduciendo las tramas de contenido. Esta actividad se integra con una retroalimentación docente sobre la reelaboración de la metodología. Seguidamente se les propone realizar la reelaboración de los contenidos de su versión inicial. De esta forma se abordaron los tres AIP: evaluación, metodología y contenidos.

El orden para abordar los AIP fue decidido deliberadamente, para romper los esquemas habituales de diseño, que suelen empezar por seleccionar los contenidos. De esta forma han de plantearse qué finalidad tienen con su propuesta de intervención, cómo van a saber que lo han conseguido (evaluación), qué decisiones metodológicas han de tomar y qué contenidos deben poner en juego.

Las últimas sesiones se dedicaron a integrar la información trabajada y elaborar una propuesta final coherente.

Momento 3: Lanzamiento. Fase correspondiente a la presentación de los proyectos.

Se conforma por dos sesiones donde están unidas las dos especialidades. Cada grupo presentó su propuesta final diseñada para un aula de secundaria y de forma paralela cada estudiante contó con una rúbrica de evaluación mediante la cual evaluó su propia propuesta y las presentadas por el resto.

Individualmente realizaron relato de la asignatura a partir de preguntas facilitadoras y un cuestionario de evaluación de la asignatura. Finaliza así el viaje emprendido en el momento 1.

Resultados e implicaciones

Para reflexionar en torno a la experiencia se usaron cuatro instrumentos de recogida de información: i. Producciones de los alumnos, ii. Relato de la asignatura, iii. Cuestionario de evaluación del proyecto y iv. Reuniones del equipo docente.

El eje central de los resultados analizados es el desarrollo profesional, que podemos organizar en dos vertientes. De un lado, el desarrollo profesional de los docentes de secundaria en su etapa de formación inicial y de otro el desarrollo profesional de los docentes universitarios implicados.

En relación a la primera vertiente, los resultados se obtienen de los tres primeros instrumentos. Las reflexiones sobre prácticas docentes innovadoras, se complejizaron durante la asignatura, lo que se reflejó en las propuestas finales. No obstante, no todos los grupos evolucionaron en la misma medida, ni en la misma forma. Se identificaron cambios a distintos niveles en las ideas iniciales de los alumnos respecto a la aplicabilidad de la metodología propuesta y seguida en la asignatura para un aula de secundaria. También las interacciones y aportaciones a los trabajos de otros grupos, tanto por el porfolio virtual con carpetas en abierto como por los grupos de apadrinamiento enriquecieron sustancialmente las producciones de los estudiantes, orientando los objetivos del trabajo planteado y consiguiendo una mejor interdisciplinariedad. Además en cierta medida superaron el hecho de estar al servicio de los contenidos, tan habitual en las clases de ciencias y matemáticas.

Estos avances permitieron fijar el foco de atención en nuevos aspectos emergentes, como el hecho de que haya sido un proceso, a veces, frustrante y traumático. Así queda recogido en el segundo y tercer instrumento. Esto se debe al corto periodo de la asignatura y a la exigencia de los cambios que se proponen, que tienen un alto grado de ideología, cosmovisión y formas de hacer asociadas. Los patrones habituales han sido generados durante su vida estudiantil y están anclados e instaurados en sus mentes. De suyo, los profesores tenemos ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza debidos a una larga formación ‘‘ambiental’’, en particular durante el periodo en que fuimos alumnos, que ejerce una notable influencia por responder a experiencias reiteradas y adquirirse de forma no reflexiva como algo natural, obvio, escapando a la crítica y convirtiéndose en un obstáculo para el cambio (Porlán, 1993; Bell, 1998; Gil y Vilches, 2005). En general el profesorado de ciencias de secundaria no suele tener un sentimiento de pertenencia al área de didáctica de las ciencias, ni asume sus paradigmas ni sus implicaciones para la enseñanza. Ello supone un serio obstáculo para la transferencia mutua de ideas entre la teoría y la práctica, así como para poder implicarse en la investigación e innovación didáctica (Oliva y Acevedo, 2005). Así, aunque las producciones muestren cierta evolución, cabe pensar que no existe una integración real de los contenidos trabajados en la fundamentación teórica. Más bien se incluyen de forma mecánica como respuesta a la demanda docente.

Los aspectos expuestos se discutieron en las reuniones del equipo docente (cuarto instrumento) haciendo una transposición de las implicaciones que ello conllevaba en el desarrollo profesional de los dos docentes universitarios implicados en la asignatura (segunda vertiente del análisis de resultados). El hecho de haber diseñado la asignatura en conjunto y haberla puesto en práctica en paralelo requirió reuniones para negociar y adecuar el diseño didáctico, previamente, durante y posterior a la intervención. Asimismo hubo reuniones de contraste con un grupo de expertos de la Universidad de Cádiz en. Esto generó reflexión y cuestionamiento sobre la propia práctica docente y promovió líneas de actuación que esbozaremos seguidamente.

Conclusiones

De forma general podemos valorar la experiencia como positiva y enriquecedora. Hay aspectos insalvables, como la escasez de tiempo, cuestión que dificulta la evolución de las ideas de los. Pero hay otros aspectos, que nos mueven a realizar análisis y generar nuevas líneas de actuación. Así, hemos diseñado un nuevo proyecto de innovación y mejora docente para el curso 17/18 en el que pretendemos dar un giro a la dinámica de las clases con la finalidad de implicar más a los estudiantes en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, fomentar su autonomía y promover habilidades que les servirán para el ejercicio de su profesión. Todo ello en consonancia con la apropiación democrática del conocimiento. Pensamos que quizás debido a la herencia del sistema educativo y a la complejidad y exigencia cognitiva del tratamiento de los contenidos, los estudiantes se rinden antes de tiempo, sin dar la oportunidad de dotar de sentido los conocimientos puestos en juego así como de aprovechar los múltiples espacios de aprendizaje generados. Sin embargo, en esta perspectiva se parte de la idea básica de que no existen "significados absolutos", externos a los individuos, sino que los significados son construcciones individuales y sociales relativas a un tiempo y a un espacio determinados (García, 2000). La idea principal, por tanto, es que los estudiantes asuman las riendas. Los profesores les facilitarán las fuentes, informaciones y recursos necesarios pero serán ellos los encargados de seleccionar aquellos puntos que consideren de principal relevancia para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. Se trata de ganar colaboradores en este complejo trabajo de intentar comprender “qué está sucediendo aquí”. Esperamos seguir establecido ciertas pautas de actuación relacionadas con la reflexión continua y el contraste fundamentado en el propio marco teórico de referencia, que oriente las prácticas innovadoras en las aulas de secundaria y revierta en el desarrollo profesional del docente y en la calidad de los aprendizajes de los alumnos.

Referencias bibliográficas

Bell, B., (1998). Teacher development in science education. En: Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education.* Alemania: Kluber

Bonil, J.; Junyent, M. y Pujol, R.M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Extra, 198-215

Cardeñoso, J.M. y Azcárate, P. (2002). Una estrategia de formación de maestros de matemáticas, basada en los ámbitos de investigación profesional (AIP). En Contreras y Blanco (Coords.) *Aportaciones a la formación inicial de maestros en el Área de Matemáticas.* Cáceres: Servicio de publicaciones de la Universidad de Extremadura

Cardeñoso, J.M.; Azcárate, P. y Oliva, J.M. (2013). La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*, 780-796

García, F. F. (2000). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 64. Disponible en http://www.ub.edu/geocrit/sn-64.htm

Gil, D. y Vilches, A. (2005). La formación del profesorado de ciencia de secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación Química, 15*(1), 43-51

Lacueva, A. (2001). La enseñanza por proyectos ¿mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación, 16.* OEI. Disponible en http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie16a09.htm

Oliva, J.M. y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2*(2), 241-250

Porlán, R., (1993*). Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: DIADA.

Formando ciudadanos críticos "La homeopatía en el mundo de la educación"

Mònica Suils, Anna Casals, Marcel Costa, Fidel Farjas, Anna Ferrer, Ramón Nasarre, Ivan Marchan, Begonya Oliveras, Laia Palou, Laia Ramón, Marta Simón, Anna Torras

Grup Scientia Omnibus del Instituto de ciencias de la educación de la UAB
Universidad Autónoma de Barcelona

monicasuils@gmail.com

Resumen:

Se presenta un proyecto innovador para fomentar el pensamiento crítico de alumnos de ESO trabajando en el contexto de la homeopatía. El alumnado deberá tomar decisiones sobre qué medicamentos tomar, homeopáticos i/o convencionales, y argumentar su posicionamiento. El proyecto finaliza con el diseño de una campaña de difusión en la que se informa a los ciudadanos sobre las características de ambos tipos de medicamentos basándose en las pruebas y las ideas que han ido construyendo. Esta propuesta se ha implementado en dos centros de Barcelona con alumnos de 3r y 4rto ESO (14-16 años).

Palabras clave: Ciencia, pseudociencia, efecto placebo, homeopatía, pensamiento crítico

Introducción

La sociedad actual requiere formar ciudadanos críticos, capaces de posicionarse ante diversas problemáticas. Este posicionamiento crítico tiene que ir ligado a la información que leemos, pero también a los productos que compramos, a menudo publicitados con una información poco fiable (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2014). La escuela debe fomentar el espíritu crítico del alumnado para fomentar la toma de decisiones de manera fundamentada y responsable.

El proyecto elaborado tiene como centro de interés la controversia entre ciencia y pseudociencia, un contenido clave del currículum científico-tecnológico1 de 3r i 4t de ESO (Decret 187/2015 DOGC núm. 6945 – 28.8.2015). Presentamos actividades centradas en la homeopatía que invitan a reflexionar de forma activa y participativa sobre la proliferación de medicamentos homeopáticos. Es importante que se detecte que no hay unanimidad, por tanto hay que dotar de herramientas a los estudiantes para que desarrollen su propio criterio.

Marco teórico

La escuela ha de ayudar a los estudiantes a desarrollar una serie de habilidades que les permitan adquirir un pensamiento crítico (PT) ante diferentes situaciones y contextos. Pedir a los alumnos que piensen no garantiza que lo hagan de forma eficiente (Swartz et al., 2015), y por tanto el pensamiento crítico se ha de trabajar explícitamente en las aulas.

Los componentes clave del pensamiento crítico (PT) serian: contrastar pruebas, tomar decisiones, evaluar las fuentes, desarrollar opiniones independientes y analizar discursos (Jiménez-Aleixandre i Puig, 2017).

El ámbito científico es un entorno excelente para desarrollar el pensamiento crítico, ya que la mayor parte de las habilidades de indagación científica como formular preguntas de investigación, proponer hipótesis, plantear experimentos o extraer conclusiones, se clasifican como habilidades de pensamiento de orden superior. Así pues, enseñar a pensar contribuye a la construcción del conocimiento científico, siendo este fundamental para ser un pensador crítico.

Estrategias utilizadas en el diseño del proyecto

Para promover el pensamiento crítico en el aula se ha planteado situaciones de la vida real con cierta controversia. La contextualización requiera la aplicación de los contenidos y procedimientos curriculares para resolver las situaciones (Caamaño, 2005). Estaríamos de acuerdo con Claxton (1984), que la transferencia de los aprendizajes escolares en la vida real se produce de manera más eficiente cuanto más similares son las situaciones de aprendizaje y las del mundo real.

En todo el proyecto se trabaja de manera cooperativa, como estrategia para favorecer la comprensión y análisis crítico de la información (Colomer,2002; Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2013). El proyecto fomenta la indagación (Barrow, 2006), a partir de una variedad de estrategias de enseñanza-aprendizaje que potencien procedimientos de investigación y validación de la información.

Proyecto innovador que promueve el pensamiento crítico en clase de ciencias

El proyecto planteado sitúa al alumno/a en el centro del aprendizaje y promueve actividades para activar la toma de decisiones. La muestra la consituyen 26 alumnos de 3r de ESO de un centro concertado de Granollers (Barcelona) y 22 alumnos de 4t de ESO de la materia optativa de Cultura científica de un centro público de La Garriga (Barcelona).

El proyecto se inicia a partir de una demanda, ficticia, que recibe la regidoría de Salud de la Generalitat de Catalunya frente al incremento percibido del consumo de medicamentos homeopáticos sin receta médica. Se les pide a los alumnos que colaboren con el Ayuntamiento de su localidad para descubrir qué conocimientos tiene y qué uso hace la población del municipio de la homeopatía. Una vez hecha la detección se les propone que diseñen una campaña de difusión para informar a los ciudadanos/nas sobre las características de los medicamentos homeopáticos y de los convencionales. Para poder llevar a cabo esta campaña con información fundamentada, el proyecto propone una serie de actividades que ayudaran a los estudiantes a adquirir nuevos conocimientos.

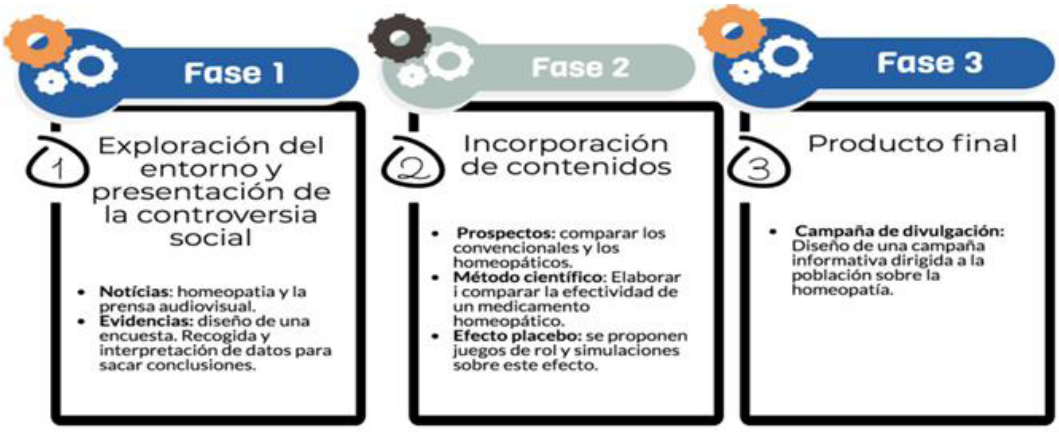


Figura 1: Fases en las que se estructura el proyecto

Se aprecia una primera fase de exploración de ideas previas del entorno. En esta fase se visualiza un vídeo emitido en el Telediario autonómico donde se manifiesta la opinión de diferentes profesionales del campo de la medicina en relación a la homeopatía. Tanto la fuente de procedencia del video como los profesionales que aparecen en él, permiten poner encima de la mesa la controversia que existe en la sociedad en relación a este tema. Una vez analizado el vídeo el paso siguiente es descubrir que conocimiento sobre la homeopatía tiene la población y es por eso que la siguiente actividad está orientada al diseño de una encuesta que permita hacer esta detección.

En la segunda actividad de esta fase los alumnos diseñaron una encuesta en pequeños grupos cooperativos, realizaron la recogida de datos y hicieron una interpretación de éstos para luego sacar conclusiones.

La siguiente fase se caracteriza por la adquisición de nuevos contenidos en relación a los medicamentos tanto homeopáticos como convencionales. Se inicia con una primera actividad donde se propone hacer una pequeña investigación sobre tres tipos de medicamentos: convencionales, mixtos y homeopáticos a partir de tres posibles síntomas familiares para los alumnos como son la tos, el dolor de garganta y el dolor muscular en una pierna. Cada alumno se convertirá en experto de uno de los tres tipos de medicamentos y un síntoma. Se proponen actividades para fomentar la comprensión y reflexión de los prospectos comparando la información que contienen y buscando las similitudes entre ellos a pesar de ser indicados para síntomas distintos. Los estudiantes podrán ampliar información si hay dudas. Finalmente compartirán con el grupo las características y las principales ventajas e inconvenientes de cada tipo de medicamento para llegar a un acuerdo sobre cual comprar en la farmacia teniendo en cuenta lo aprendido durante la actividad.

A continuación se les plantea el reto de preparar un medicamento homeopático. En esta actividad se hace reflexionar a los alumnos sobre la cantidad de principio activo que hay en una determinada dilución realizada. A continuación se propone un diálogo entre los estudiantes para verbalizar la diferencias detectadas entre las disoluciones obtenidas.

Llegados a este punto se propone realizar una actividad modelizadora del método científico, en la cual habrá doble intencionalidad. Por un lado se pretende construir paso a paso el proceso que comporta la aplicación del método científico para responder una pregunta o problema y por otro lado se comparará la eficacia de dos medicamentos usados como antisépticos para tratar heridas superficiales. Uno de ellos propio de la medicina convencional (agua oxigenada) y el otro, homeopático, (tintura de *Calendula officinalis*). En concreto el diseño experimental que los alumnos han de planificar pretende comparar la liberación de oxígeno de estos dos medicamentos en contacto con trozos de hígado, puesto que el oxígeno puro tiene una fuerte acción antiséptica ante un amplio espectro de microorganismos y virus que potencialmente puede infectar una herida. A lo largo de la actividad se hace especial incidencia en todos los pasos del método científico con el objetivo de que los alumnos entiendan la rigurosidad que hay detrás de las conclusiones a las que se puede llegar con la aplicación de este método.

Finalmente, la última actividad va dirigida a trabajar el efecto placebo, un concepto clave para encarar críticamente la medicina convencional con la homeopatía. Se trata de un conjunto de tareas destinadas a comprender qué es el placebo, como se puede evidenciar, que utilidades tiene dentro de la medicina moderna, así como otros aspectos que permitan dotar al alumno de una imagen global del concepto. La actividad se estructura a partir de un juego experimental, inicialmente pensado para trabajar el efecto Pigmalión pero ligeramente modificado para adecuarlo a las necesidades de la actividad. Así mismo se trabajan diferentes tipos de textos focalizados en ideas importantes como los ensayos a doble ciego, la relación médico-paciente o la influencia de la forma, el color o el aspecto externo de los medicamentos destinados al tratamiento de ciertos trastornos. De esta manera se pretende que cada alumno pueda construir

su propio concepto de placebo. Como síntesis se propone un pequeño debate centrado en la pregunta: ¿puede que la homeopatía únicamente funcione por efecto placebo?

En la tercera i última fase del proyecto es donde se deberá hacer uso de todos los contenidos trabajados en las fases anteriores para conseguir elaborar el producto final relacionado con el escenario inicial, la demanda por parte del Departamento de salud. Este producto será una campaña informativa dirigida a la población. Se propone como incentivo la posibilidad de difundir por los medios de comunicación del territorio local aquellas campañas más atractivas.

Se trata de una actividad abierta donde cada grupo deberá poner de manifiesto una comparativa entre medicamentos homeopáticos y convencionales basándose en todas las tareas realizadas en las diferentes actividades del proyecto. Se pide que el contenido tenga la voluntad de informar, pero al mismo tiempo que deje entrever sus opiniones críticas y argumentadas sobre el uso de ambos tipos de medicamentos. El formato de la campaña es libre (cómic, vídeo, anuncio de radio, poster digital, poster, tríptico…) para así favorecer la creatividad y potenciar las diferentes habilidades de cada grupo de trabajo.

Contexto y metodología

Para la realización de esta investigación, se seleccionaron 2 institutos del Vallès (Cataluña). En uno de los centro se aplicó en 4to de ESO en la materia optativa de Cultura científica (N=22 alumnos) y en el otro centro se llevó a cabo con un grupo de 3r ESO (N= 26 alumnos) en las materias de biología y geología, física y química y matemáticas ya que es un proyecto interdisciplinar, participando un total de 5 profesores. Una vez seleccionados los institutos, se les presentó el proyecto y la metodología a seguir en su aplicación. Se realizaron varias sesiones presenciales con el profesorado implicado. En todas las sesiones de trabajo con los alumnos el profesorado observaba y hacia anotaciones en el diario de aula, a la vez se realizaron fotografías de diferentes momentos de trabajo y de los productos intermedios que se iban realizando. Se establecieron canales de trabajo virtuales para poder seguir estas aportaciones.

Resultados y discusión

La primera actividad del proyecto, en la que visualizaban un video con diferentes puntos de vista sobre la homeopatía, ayudó a los alumnos a concienciarse sobre la controversia presentada. En el diálogo posterior los alumnos expusieron sus argumentos. El tipo de argumentos que utilizaron estaban basados en la experiencia personal, no mostrando argumentos fundamentados des de la ciencia, seguramente por desconocimiento sobre el tema.

La actividad de la encuesta permitió que los alumnos utilizaran las tecnologias de la información (cuestionarios on-line, redes de difusión...) para poder tener muestra representativa. Cada grupo gestionó la información de maneras diversas para poder sacar sus propias conclusiones. Al analizar el resultado de los dos centros comprobamos como la zona donde vivían los alumnos determinaba mucho el resultado de la encuesta.

En la actividad de los medicamentos, los alumnos analizaron con detalle los prospectos, mostrando inicialmente dificultades con el vocabulario y reconociendo que en muchos casos era la primera vez que hacían una lectura de estos. Pusieron de manifiesto las diferencias tanto a nivel de cantidad de información como de la calidad de esta. Algunos comentarios de los alumnos fueron: “en los medicamentos homeopáticos las unidades de medida son diferentes”, “la dilución es tan alta que apenas hay principio activo”, “los medicamentos homeopáticos, no tienen efectosadversos, aunque hay que tomar muchas dosis al día” “este medicamento (homeovox) se puede tomar sin receta médica para el tratamiento de afecciones menores y sin la intervención de un médico”.

Después de preparar el medicamento homeopático se llevó a cabo un diálogo donde se pusieron de manifiesto la diferencia que había entre la última disolución y la disolución madre. Los alumnos mostraron una buena comprensión del concepto de dilución y corroboraron sus hipótesis anteriores.

La actividad del diseño experimental ayudó a reflexionar sobre la importancia del método científico, promoviendo el pensamiento crítico del alumnado. Algunos alumnos cuestionaron la homeopatía dado que no podía ser validada científicamente.

El debate posterior a la actividad del efecto placebo mostró una mayor participación de los alumnos observándose una tendencia a utilizar argumentos basados en lo aprendido a lo largo del proyecto.

El hecho de dar libertad para escoger el formato del producto final fomentó la diversidad de las diferentes campañas. En algunos casos se repartieron trípticos a nivel escolar, en otro se hicieron llegar a diferentes sectores de la población (centros de asistencia primaria, ayuntamiento, otros centros educativos…). En la mayoría de campañas se mostraron los conceptos clave trabajados en el proyecto y argumentos que mostraban su posición con relación al tema. Cabe destacar que a pesar de que la mayoría se posicionó en contra de la homeopatía, algunos destacaron que también funcionaba, aunque la explicación fuera a partir del placebo.

Conclusiones

Discriminar de manera crítica y argumentada aquellos productos basados en evidencias científicas de aquellos que únicamente se fundamentan en suposiciones y creencias es una competenciaclave para toda la ciudadanía del s. XXI. La enseñanza secundaria es el nivel educativo donde esta competencia se ha de desarrollar, tal como prevén los currículums escolares.

La secuencia didáctica presentada utiliza como contexto de aprendizaje la comparación entre los productos homeopáticos y los fármacos convencionales para conseguir dos objetivos clave: la capacidad de discriminar la ciencia de la pseudociencia y desarrollar el espíritu crítico del alumnado. El uso de pruebas para justificar o validar las argumentaciones y la toma de decisiones y selección de criterios para evaluar la fiabilidad de las fuentes, ha permitido que los alumnos desarrollaran opiniones independientes, que es otro componente clave del pensamiento crítico.

El proyecto ha ayudado a mejorar la argumentación de los alumnos. Las campañas presentadas fueron diversas, creativas y todas ellas mostraban argumentos basados en los contenidos trabajados poniendo de manifiesto diferentes puntos de vista. Cabe destacar que algunos alumnos utilizaban también argumentos basados en sus experiencias personales aunque reconocían la investigación científica como un método objetivo para la toma de decisiones.

Tenemos el convencimiento que el trabajo del pensamiento crítico ha de hacerse desde contextos reales y cercanos a los alumnos, que les permita tomar decisiones y actuar. Entendemos que el desarrollo del pensamiento crítico no se puede conseguir con un único proyecto o actividad, sino que requiere ser trabajado a lo largo de toda la escolaridad (Oliveras, Márquez i Sanmartí, 2012). El trabajo a partir de proyectos que fomente la controversia no únicamente mejora la comprensión de fenómenoscientíficos, sino que a la vez ayuda al alumnado a desarrollar una serie de competencia básicas para desenvolverse en el mundo actual.

Agradecimientos

Col·legi Jardí de Granollers, Barcelona

IES Manuel Blancafort de La Garriga, Barcelona

Referencias bibliográficas

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: from Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education* 17, 265-278.

Caamaño, A. (2005). Presentación de la Monografía: Contextualizar la ciència. *Alambique*, 46, 5-8

Claxton, G. (1994). *Educar mentes curiosas*. Madrid: Ed. Visor (Aprendizaje)

Colomer, T. (2002). La enseñanza y el aprendizaje de la comprensión lectora. En: Lomas, C. (comp.). *El aprendizaje de la comunicación en las aulas*. Barcelona: Ed. Paidós.

Jiménez-Aleixandre, M.P; Brocos, P y Puig, B. (2017). *Personal or Social Responsibility? Challenging Social Ideas as a Component of Critical Thinking.* Paper presented at the 17th EARLI Conference, Tampere, Finland, August 29th September 2nd, 2017.

Oliveras, B; Márquez, C; Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35 (6), 885-905.

Oliveras, B; Márquez, C; Sanmartí, N. (2014). Students' attitudes to information in thepress: critical reading of a newspaper article with scientific content. *Research in Science Education*, 44, 603-626.

Swartz, A. L., Costa, B., Beyer, B. K., Reagan, R., y Kallick, B. (2015). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Estados Unidos: Ediciones SM.

Evaluación diagnóstica sobre necesidades de aprendizaje para el diseño de una Colección Virtual de fauna como innovación educativa

Antonio Torralba-Burrial[1], Andrés Arias[2] y Mónica Herrero[1]

[1]Dpto. de Ciencias de la Educación y [2]Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas.
Universidad de Oviedo

torralbaantonio@uniovi.es

Resumen:

Se presenta una evaluación diagnóstica sobre necesidades de aprendizaje para diseñar una Colección Virtual de Fauna de Asturias, a implementar como recurso educativo abierto y en línea en varios grados universitarios (Biología, Maestro en Educación Infantil, Maestro en Educación Primaria) desde el enfoque del aprendizaje mixto (*blended-learning*). Mediante cuestionarios anónimos y pruebas presenciales (con 235 y 162 alumnos, respectivamente) se observaron distintas necesidades educativas, así como un interés mayoritario del alumnado en el proyecto. El objetivo es la creación de un nuevo recurso didáctico para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en los grados y facilitar el futuro desempeño profesional de los egresados. La evaluación diagnóstica permitió valorar la necesidad de incluir determinados grupos/especies y potenciar los objetivos de la Colección Virtual.

Palabras clave: Colecciones Historia Natural; Didáctica Ciencia; *blended-learning*; Didáctica del Medio Natural; Zoología.

Introducción

En una sociedad con una creciente sensibilización medioambiental, se observa también una cierta desconexión y desconocimiento del mundo natural. Esta desconexión comienza en la infancia, llegando al extremo de niños que identifican mejor la fauna tropical "exótica" que la local (Ballouard*et al.*, 2011; Genovart*et al.*, 2013). En este sentido, los niveles educativos básicos deberían ir paliando estas carencias, proporcionando un mayor conocimiento de la biodiversidad más próxima y los caracteres en los que basar su clasificación (p. ej., González García, 2015; Mérida Serrano *et al.*, 2017). No obstante, al llegar a niveles universitarios, se siguen detectando las mismas carencias, siendo necesario habilitar vías que faciliten este aprendizaje, especialmente en titulaciones que van a requerir de este conocimiento en su desempeño profesional: profesiones relacionadas con el medio ambiente y su docencia (Biología, Ciencias Ambientales, Biotecnología y maestros en Infantil y Primaria).

Las colecciones de Historia Natural, ya sea en museos o universidades, son referentes para el aprendizaje de la fauna, conservando especímenes de comparación de características diagnósticas. En la actualidad, la conectividad facilita el empleo de las nuevas tecnologías para conocer y comparar estas características desde, prácticamente, cualquier lugar con acceso a Internet (aprendizaje móvil y/o ubicuo). Así, la digitalización de estas colecciones presenta un enorme potencial en los procesos de enseñanza-aprendizaje, si bien se ha avanzado más en su uso en entornos no-formales (Cook *et al.*, 2014; Powers*et al.*, 2014; Monfils*et al.*, 2017; Lessard*et al.*, 2017).

Este trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación diagnóstica sobre las necesidades de aprendizaje (conceptual y perceptivo) para el diseño de una colección virtual de fauna que se puede localizar en el entorno cercano, para su uso como recurso educativo en varios grados universitarios. Ello incluye una búsqueda de errores conceptuales o taxonómicos para identificar grupos y especies que deberán ser predominantemente incluidos en la Colección Virtual. Los criterios de inclusión buscarán su adecuación a las necesidades en la Educación Superior y profesionales futuras.

Metodología

Contexto de partida

La Universidad de Oviedo dispone de colecciones zoológicas para investigación y docencia albergadas en el Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. De tamaño variable según grupos, únicamente se han digitalizado algunas subcolecciones de investigación de Artrópodos (véase Torralba-Burrial & Ocharan, 2013, Merino-Sáinz*et al.*, 2013), permaneciendo las colecciones para la docencia universitaria limitadas exclusivamente al aprendizaje presencial, pese a que, por otra parte, las asignaturas implicadas sí promueven el aprendizaje mixto en el Campus Virtual. Asignaturas de los grados en Biología (*Zoología*, *Zoología aplicada*), Maestro en Educación Infantil (EI) (*Conocimiento del Entorno Natural y Cultural*) y Maestro en Educación Primaria (EP) (*Didáctica del Medio Natural y su Implicación Cultural*), requieren competencias para la clasificación/identificación de fauna, con distintos niveles de especialización. Para dar servicio a estas necesidades, se está implementando la creación de la Colección Virtual de fauna que se puede localizar en el entorno cercano mediante el proyecto de innovación docente PINN-17-A-071 (Torralba-Burrial *et al.*, 2017).

Instrumentos y recogida de información

Se realizó una evaluación diagnóstica de los conocimientos previosdel alumnado sobre fauna (asignación a grupos/especies a partir de imágenes y/o figuras modelo) así como sobresu motivación e interés sobre el tema, y su percepción sobre la utilidad de este nuevo recurso educativo. Para ello, se establecieron dos instrumentos de evaluación: observación de las producciones del alumnado y cuestionarios.

Observación de las producciones del alumnado utilizando figuras modelo

Se realizó una evaluación diagnóstica presencial, previa al cuestionario, relativa a la diferenciación entre vertebrados e invertebrados, en submuestras incidentales del alumnado de los grados de Maestro en EI y en EP. Esta evaluación diagnóstica no se realizó en el grado de Biología al considerarse conocimiento ya adquirido.

En el grado de Maestro en EI participaron 76 personas (4 de los 6 grupos de prácticas de laboratorio) y 86 de Maestro en EP (5 de 10 grupos) (error máximo estimado del instrumento de evaluación 7,2-7,7%, intervalo de confianza del 95%). Se utilizó como recurso para la evaluación diagnóstica un juguete educativo (*Sea Animals* de *Terra byBattat*), con figuras modelo de 12 animales marinos (1 molusco, 2 crustáceos, 1 equinodermo, 2 peces, 1 reptil, 3 mamíferos y 1 ave). La actividad se realizó en grupos colaborativos de 3-5 personas. Se recogió la información mediante fotografías de las clasificaciones realizadas por el alumnado, previamente ala retroalimentación.

Evaluación diagnóstica mediante cuestionarios

Se realizaron cuestionarios anónimos al alumnado detodas lasasignaturas implicadas en el proyecto de innovación, con distinto nivel de dificultad (nivel básico o especializado). El cuestionario constó de 3 preguntas para la adscripción del alumnado(titulación, edad, género). Otras

10 preguntas conceptuales de elección múltiple (identificación de especie o grupo taxonómico faunístico a partir de fotografía/dibujo, incluyendo1 molusco, 3 insectos, 1 crustáceo, 1 erizo de mar –platelminto en Biología–, 1 reptil, 1 anfibio y 1 ave). Por último se incluyeron 3 preguntas siguiendo una escala tipo Likert (5 opciones desde "nada" a "mucho") sobre interés personal por la fauna asturiana, su percepción sobre elinterés de su conocimiento para su futuro desarrollo profesional, y percepción sobre la utilidad de una colección virtual de fauna asturiana.

Diferencias de diseño fueron derivadas del empleo de nombres científicos en Biología y nombres comunes en el resto. Otra diferencia fue el soporte empleado y la modalidad: presencial y en papel en Biología, formulario en línea (*Google Forms*) no presencial en Maestro en EI y EP. Respondieron a los cuestionarios235personas (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización muestral del alumnado la evaluación diagnóstica mediante cuestionarios. Error = error máximo estimadopara un nivel de confianza del 95%

Grado	Rango edad	Moda edad	Hombres	Mujeres	Total	Error %
Biología (Zoología)	19-25	19	30	42	72	6,2
Biología (Zool. Aplicada)	21-24	21	14	15	29	0
Maestro en Ed. Infantil	20-35	20	2	50	53	10,4
Maestro en Ed. Primaria	19-32	20	24	57	81	8,1

Resultados y discusión

Evaluación diagnóstica conceptual en clases presencialesutilizando figuras modelo

Los maestros en formación en EIconsiguieron mejores resultados (el 40% asignó correctamente todas las figuras, con una media de91% aciertos) que los de EP (23% asignó correctamente todas las figuras, 85% mediade aciertos). Los animales que más dificultades presentaron para su clasificación en vertebrados/invertebrados fueron peces (36% aciertos anguila y 55% raya en EP; 70 y 60% en EI), seguidos de la tortuga (59% en EP; 80% en EI). El bogavante fue correctamente asignado por 86% EP (90% en EI). El cangrejo y la estrella de mar tuvieron asignaciones correctas superiores al 90%, siendo el resto correctamente asignados.

Evaluación diagnóstica conceptual mediante cuestionarios

La evaluación diagnóstica mediante cuestionarios puso de manifiesto diferencias de conocimientos, y por tanto de necesidad de incidencia didáctica, entre el alumnado de las diferentes titulaciones y entre diferentes grupos taxonómicos.

Las asignaciones dentro de grandes grupos taxonómicos (a nivel de orden o superior) no fueron del todo resueltas. Así, un 43% de futuros maestros de EI y un 34% de EP, consideró que los tritones eran reptiles en vez de anfibios. En el caso de los estudiantes de Biología, un 22% en la asignatura obligatoria de Zoología proporcionó respuestas incorrectas a la asignación equivalente, porcentaje que bajó al 3% en la optativa. En el caso de asignaciones a nivel de filo, para el esqueleto del erizo de mar solo el 41% de losfuturos maestros en formación lo hizo correctamente, mientras que los estudiantes de Biologíase equivocaron en el caso de la duela del hígado un 42-52%.

El resto de asignaciones estuvieron dentro del orden taxonómico, si bien la asignación específica fue variable. La jibia de sepia fue correctamente identificada por 51% maestros en formación de EI y el 62% de EP, 11% la confundieron con un coral (en Biología93-95% de aciertos). La culebra

de collar fue asignada correctamente por solo el 39% de los maestros en formación de EI, 29% los de EP. Estos datos resultan equivalentes a los obtenidos en Biología en la asignatura obligatoria (33%), y menores a los obtenidos en la optativa de Zoología, cuyo alumnado también mostró dificultades en su identificación (52% acertaron). En todos los casos, la principal confusión fue con la víbora, dentro del mismo orden, en menor medida con el lución.

Además, algunas especies emblemáticas de fauna asturiana fueron confundidas con otras especies del mismo orden: alrededor 60% maestros en formación identificaron correctamente al escarabajo ciervo volante (82-90% en Biología), mientras que en el caso de la trucha bajó al 53% en EP y al 38% en EI. Menores fueron todavía los porcentajes de acierto en el cangrejo de río:30% enmaestros en formación de EI, 25% en la asignatura obligatoria de Biología, 19% enmaestros en formación de EPy 3% en la optativa de Biología. Otros casos en cambio (mariquita, abejorro, gaviota) fueron asignados correctamente por la inmensa mayoría o la totalidad alumnado, menor porcentaje en algunos casos del grado en Biología por su nombre científico.

Evaluación diagnóstica perceptiva

Los resultados de la evaluación diagnóstica basadas en las percepciones del alumnado se indican en la Figura 1. Respecto al interés sobre la fauna del entorno, el alumnado de EI se muestra en su mayoría indiferente (el 55% del alumnado, si bien la distribución de respuestas fue algo mayor en las valoraciones que indicaban un interés alto o muy alto –30%– que en las que indicaban interés bajo o muy bajo –15%–; con media 3,25 sobre 5). Los futuros maestros de EP indicaron un mayor interés, con 51% respuestas interés alto y muy alto y apenas 12% en poco o ningún interés (media 3,48). Estos valores son muy similares a los de la asignatura obligatoria del grado de Biología (50% interés alto y muy alto, frente a 11% bajo y ninguno), incrementándose notablemente en dicho grado en la asignatura optativa de Zoología Aplicada (79% alto/muy alto; 7% bajo).

Se observa un incremento en la percepción de la importancia sobre los conocimientos sobre fauna para el desempeño profesional futuro, si se compara con el interés manifestado en todas las asignaturas. Así, en los dos grados de los futuros maestro, la moda queda desplazada a una importancia alta, considerando una importancia alta y muy alta la inmensa mayoría (83% en ambos casos, media 4,11-4,12), mientras que en el grado de Biología las dos categorías de mayor importancia alcanzan el 90 (asignatura obligatoria) y el 97% (optativa).

Finalmente, la percepción sobre la utilidad de disponer de la Colección Virtual de fauna del entorno fue muy elevada, con casi todas las respuestas concentradas entre alta y muy alta (87-91% en los grados de Maestro, mientras que fue del 100% del alumnado en Biología). Esto nos indica que, desde la perspectiva del alumnado, se trata de una innovación docente valorada de una forma muy positiva.

Consideraciones finales

En la evaluación diagnóstica se han detectado errores conceptuales básicos en la clasificación de fauna en la formación inicial de los futuros maestros, lo que ha servido para la adaptación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en esas asignaturas.

El alumnado de los tres grados consultados considera que los conocimientos sobre fauna son importantes o muy importantes en el desempeño de su función profesional futura (83-97% respuestas).

La Colección Virtual de fauna en el entorno cercano es una innovación docente muy valorada por el alumnado (87-100% considera que sería útil o muy útil disponer de ella).

La evaluación diagnóstica permitióidentificar grupos/especies que deberán ser predominantemente incluidos en la Colección Virtual para potenciar sus objetivos, siendo mayores las necesi-

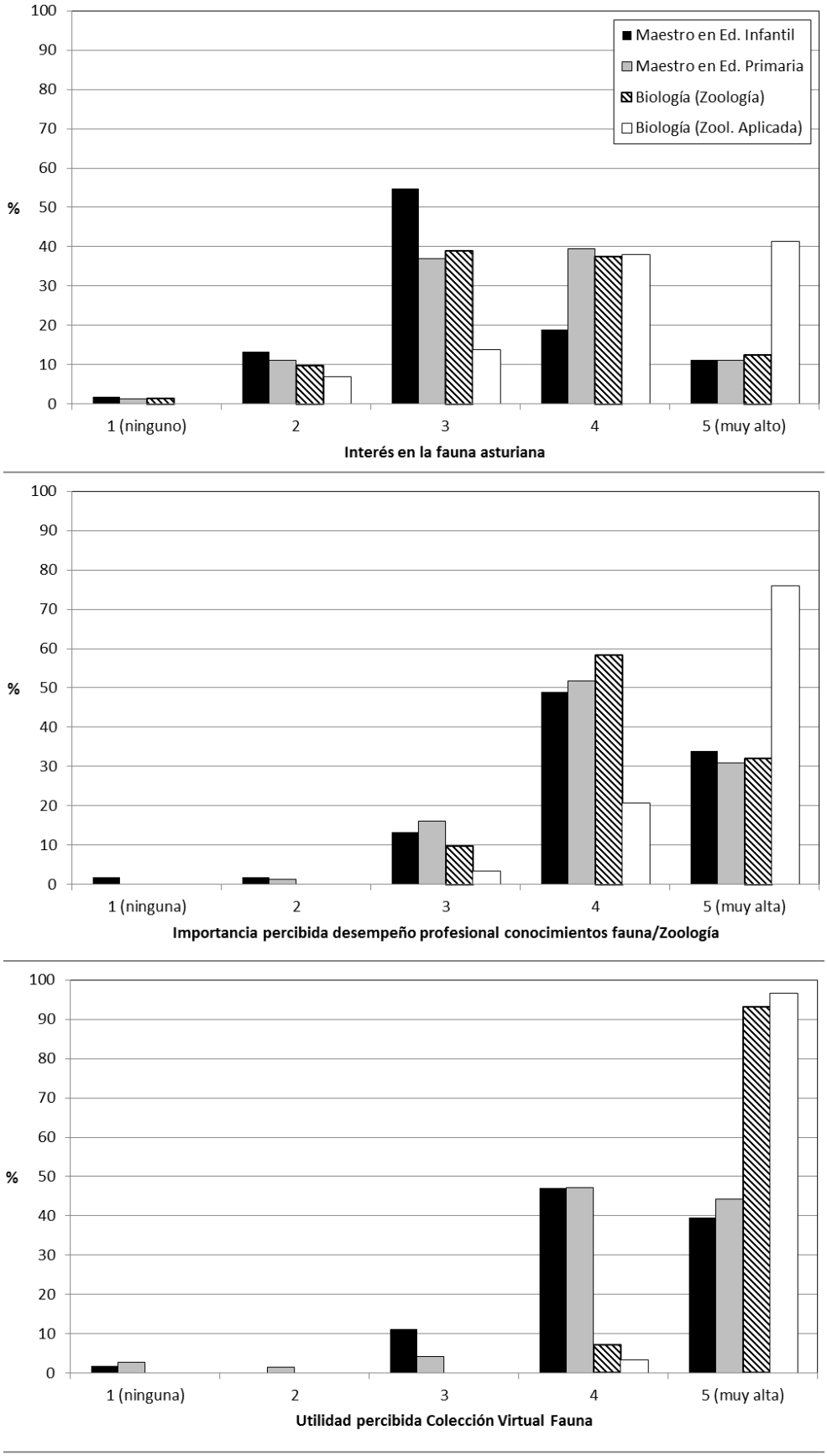


Figura 1. Evaluación diagnóstica en relación con la percepción del alumnado

dades didácticas en grandes grupos taxonómicos en invertebrados (filos incluidos) que en vertebrados (clase en peces o anfibios).

Las identificaciones específicas más problemáticas se dieron también en especies emblemáticas (cangrejo de río en los tres grados, trucha y ciervo volante en los grados de maestro), que deberán ser especialmente destacadas en la Colección Virtual.

El diseño de la Colección Virtual permitirá proporcionar, desde la Colección de Artrópodos BOS y departamentos implicados, mayor conocimiento de la biodiversidad más próxima al alumnado universitario y, en fase siguiente, abrirla más a la sociedad.

Referencias

Ballouard, J.M., Brischoux, F., & Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PloS one, 6*(8), e23152.

Cook, J.A., Edwards, S.V., Lacey, E.A., Guralnick, R.P., Soltis, P.S., Soltis, D.E., Welch, C.K., Bell, K.C., Galbreath, K.E., Himes, C., Allen, J.M., Heath, T.A., Carnaval, A.C., Cooper, K.L, Liu, M., Hanken, J., & Ickert-Bond, S. (2014). Natural history collections as emerging resources for innovative education. *BioScience, 64,* 725-734.

Genovart, M., Tavecchia, G., Enseñat J.J. & Laiolo, P. (2013). Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones*. BiologicalConservation, 159,* 484-489.

González García, F. (coord.) (2015). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. II. Ciencias de la vida*. Madrid: Pirámide.

Lessard, B. D., Whiffin, A. L., & Wild, A. L. (2017). A guide to public engagement for entomological collections and natural history museums in the age of social media. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(5), 467-479.

Mérida Serrano, R., Torres-Porras, J., & Alcántara Manzanares, J (eds.) (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil*. Madrid: Editorial Síntesis.

Merino-Sáinz, I., Anadón, A., & Torralba-Burrial, A. (2013) Harvestmen of the BOS Arthropod Collection of the University of Oviedo (Spain) (Arachnida, Opiliones). *ZooKeys 341*, 21-36.

Monfils, A.K., Powers, K.E., Marshall, C.J., Martine, C.T., Smith, J.F., & Prather, L.A. (2017). Natural history collections: teaching about biodiversity across time, space, and digital platforms. *Southeastern Naturalist, 16*(sp10), 47-57.

Powers, K.E., Prather, L.A., Cook, J.A., Woolley, J., Bart Jr, H.L., Monfils, A.K., & Sierwald, P. (2014). Revolutionizing the use of Natural History Collections in Education. *Science Education Review, 13*(2), 24-33.

Torralba-Burrial, A., & Ocharan, F.J. (2013) Iberian Odonata distribution: data of the BOS Arthropod Collection (University of Oviedo, Spain). *ZooKeys, 306*, 37-58.

Torralba-Burrial, A., Arias Rodríguez, A.& Herrero, M. (2017) Generación de una colecciónvirtual como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la fauna en distintos grados universitarios. En: REDINE (ed) *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2017.* (pp. 216-221). Eindhoven, NL: Adaya Press.

WebQuest para el estudio de la Ecología en alumnado con dificultades de aprendizaje

Miguel Villatoro Fraile[1], Manuela Caballero Armenta[2], Julio Rodríguez Losas[1] y Laura Domingo Martínez[2]

[1]IES Parque Aluche de Madrid [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid

lola.caballero@edu.ucm.es

Resumen:

El Programa de Diversificación Curricular (DC) ha atendido al alumnado con dificultades de aprendizaje y falta de motivación. Se diseñan cuatro MiniQuest que incitan a investigar, potenciarpensamiento crítico, creatividad y toma de decisiones para el estudio de contenidosde Ecología del currículo. Previamente se detectaron conocimientos y actitudes al respecto en un grupo de estudiantes del segundo curso de DC del IES Parque Aluche de Madrid y se analizó su libro de texto comparándolo con el empleado por el grupo de 4º de ESO de ese mismo centro. Los resultados indican que: los alumnos de DC pueden requerir recursos alternativos al libro de texto para afianzar sus conocimientos; que el libro de texto de DC puede mejorarse; que las MiniQuest pueden contribuir a la mejor consecución de objetivos y competencias de la etapa y materia citadas.

Palabras clave: TAC, MiniQuest, Diversificación Curricular, Ámbito Científico-Tecnológico, Ecología, Dificultades de Aprendizaje.

Introducción y Marco Teórico

Este trabajo se centró en diseñar herramientas didácticas online alternativas a las del libro de texto del Programa de Diversificación Curricular (DC) para trabajar contenidos de Ecología en la asignatura Ciencias de la Naturaleza del Ámbito Científico-Tecnológico. Este alumnado necesita una programación adaptada y la metodología a aplicar debe ser activa, dialogal, grupal, participativa, creativa, investigativa, motivadora, global y contextualizada (Ruiz, 2011). Un alumnado en riesgo de exclusión, heterogéneo, con un sentimiento de fracaso escolar, dificultades de adaptación, problemas de desmotivación, repetición y/o abandono escolar necesita materiales específicos (Rodríguez,2012). Tras años en un sistema educativo en el que prima la reproducción literal de contenidos en vez de la comprensión de los mismos, se sienten seguros con esta estrategia de trabajo y les resulta complicado asimilar una nueva basada en el razonamiento (Pozo y Gómez, 2010). Los libros de texto son utilizados por una mayoría de profesores como recurso principal ycasi único (Calvo y Martín, 2005; Esteve y Jaén, 2013; Occelli y Valeiras, 2013). Se encuentran sujetos a mecanismos comerciales por lo que libros con deficiencias pueden llegar a los centros escolares (Occelli y Valeiras, 2013). La mayoría de libros de texto de Secundaria presentan carencias en contenidos de Ecología (Ibarra y Gil, 2005; Maldonado, González y Jiménez, 2007; Jiménez, 2009; Esteve y Jaén, 2013; Bermúdez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014). El uso de TIC conlleva una actualización permanente de conocimientos (Martín-Laborda, 2005; Cañellas, 2006; López y Morcillo, 2007; Marqués, 2012). En un mundo cada vez más virtual la Educación tiene que transformarse (Martín-Laborda, 2005; Cañellas, 2006; López y Morcillo,

2007; Marqués, 2012). Las TIC pueden facilitar los procesos de enseñanza, ayudando a superar las dificultades de aprendizaje de alumnado de DC (Ruiz, 2011). Permiten cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Gallardo y Buleje, 2010). Las WebQuest son la unión entre Internet y aula (Dodge, 1997 y 2000). Una WebQuest puede considerarse como Tecnología del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) y es un trabajo guiado de búsqueda en la web sobre un tema determinado por el docente que ha de obtener un producto susceptible de ser expuesto y evaluado y las MiniQuest son una versión reducida que los estudiantes pueden completar en una clase de 50 minutos (Pacheco, 2006). Son actividades de investigación basadas en información disponible en Internet pero facilitada por el docente que, además, da una tarea concreta y recursos e instrucciones para llevarla a cabo. Los alumnosvan construyendo su conocimiento a través de los elementos que conforman la webquest y procesan la información de manera crítica, creativa o resolviendo problemas. También se trabaja de forma cooperativa al realizarse actividades en equipo y por roles. Según pacheco (2016), los apartados de una webquest son: *Introducción o escenario*, presenta la actividad y motiva para trabajar en ella; *Tarea*, resultado en forma de producto; *Proceso*, pasos seguidos para completar la tarea; *Recursos*, listado de webs; *Evaluación*, rúbrica con criterios que el alumnado debe conocer; *Conclusión*, resume la experiencia y propone mejoras. Para Adell (2004) las WebQuest se basan en supuestos constructivistas con técnicas de trabajo en grupo por proyectos deinvestigación como actividades básicas de enseñanza-aprendizaje. Para Barba (2002) se han convertido en una de las metodologías más eficaces para incorporar Internet como herramienta educativa. Ruiz (2011) concluyó que su uso podía mejorar los conocimientos del alumnado. Esuna actividad que incrementamotivación e interés en los estudiantes, impulsa el uso de habilidades cognitivas superiores, promueve el aprendizaje cooperativo y permite analizar la interacción verbal de los alumnos (March, 1998). Para Pérez, Santos y Cunha (2016) y palacios (2009) su uso es adecuadoen la enseñanza basada en competencias y habla de sus innumerables ventajas y de la importancia de una mediación educativa eficaz. Ruiz (2011) las destaca para solucionar dificultades y fomentar estilos de aprendizaje. Según nuestra experiencia, los contenidos de Ecología no son de fácil comprensión para estudiantes de ESO, más con dificultades de aprendizaje. En ESO la enseñanza de las Ciencias es crucial pues muchos alumnos no las estudiarán más. El docente tiene la responsabilidad de ofrecer a los estudiantes una formación que implique pensar con mente abierta ante los cambios vertiginosos de la Ciencia y la Tecnología (Tacca, 2010).

Objetivos

El objetivo principales el diseño de material didáctico online(WebQuest) alternativo al libro de texto, considerando conocimientos y actitudes del alumnado al que va dirigido. Hay tres objetivos específicos: detectar conocimientos y actitudes sobre Ecología en el alumnado objeto de estudio; analizar de forma comparada los temas de Ecología en el libro de texto de DC y el de 4º de ESO; diseñar materiales didácticos online (MiniQuest) para Ecología y adaptados al alumnado de DC en función de sus conocimientos y actitudes.

Metodología

Se tomó como grupo de estudio un conjunto de 15 estudiantes de Diversificación Curricular del IES "*Parque Aluche*", de entre 16 y 18 años, de 11 nacionalidades diferentes y con dificultades de aprendizaje. En la tabla 1 se recoge la secuencia metodológica seguida. Los libros analizados: DC Ámbito Científico-Tecnológico II, Ed. Bruño (Ruiz de Oña y Collados, 2008); 4º de ESO *Biología y Geología*, 4º ESO, Ed. Santillana (Meléndez, Madrid, Blanco y Vidal-Abarca, 2011). Se decidió elaborar cuatroMiniQuest (tabla 1) como material alternativo a los contenidos de Ecología del libro de DC con la intención de que su uso provoque en los alumnos un aumento de la curiosidad y una mejor asimilación de contenidos. La mayoría de las WebQuestno son directamente

aplicables a nuestras aulas (Adell, 2004) y se hace necesario diseñar las propias. Para ello se han seguido las recomendaciones de Adell (2003) con el fin de conseguir las aportaciones y estilos de aprendizajes que indica Ruiz (2011).

Tabla 1. Secuencia metodológica utilizada.

1.- DETECCIÓN DE CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES	- Cuestionario corto, con preguntas motivadoras y enunciados atractivos, validado por comité de expertos. - Entrevista personal.
2.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LIBROS DE TEXTO Y ANÁLISIS DAFO	- Libro de Diversificación Curricular. - Libro de 4º ESO. - Criterios: estructura, contenidos y adaptación. - Matriz DAFO y Matriz de Estrategias.
3.- DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MINIQUEST	- Cuatro MiniQuest: "Trabajando en un Parque Nacional"," La fuerza de la adaptación", "Con el incendio a cuestas" y "Cuidemos nuestros parques". - Temporalización: dos sesiones de 50 minutos. - Apartados: introducción o escenario, tarea, proceso, recursos, evaluación y conclusión (Pacheco, 2006).

Para trabajar contenidos de la UD "Los ecosistemas y las adaptaciones de los seres vivos" se aplicó en el aula la MiniQuest "*La fuerza de la adaptación*") en la que se presentaba un escenario ficticio con personajes de la saga StarWars y en la que los estudiantes debían confeccionar un producto en forma de PDF o PowerPoint sobre las características de estos personajes que les permitirían adaptarse a diferentes planetas con distintas condiciones ambientales y tras responder a una serie de cuestiones al respecto. Previamente el profesorado facilitó una relación de webs en las que poder consultar información en la que basarse para realizar la tarea y fundamentar su producto.

Resultados y discusión

Del **cuestionario y la entrevista personal** se puede resaltar, por ejemplo, que un 60% de los alumnos desconoce el tipo de ecosistema predominante en su zona de residencia o país de origen; que un 40% desconoce el significado de simbiosis; que el 87% de los estudiantes identificó los gases responsables de la lluvia ácida, coincidiendo estos datos con Ossandón, Harsch y Barke (2011); que la mayoría desconoce que es un espacio natural protegido. Se puede afirmar que la mitad de los estudiantes encuestados presenta carencias importantes en conceptos básicos de Ecología, tal vez por un déficit de Naturaleza (Louv, 2008).

Del **análisis comparativo de los libros de texto**, podemos afirmar que presentan una estructura bien diferente ya que en DC incluyen otras materias del Ámbito Científico-Tecnológico que se interrelacionan. En la tabla 2 se puede ver el resultado del análisis DAFO del libro de DC.

Del **diseño y aplicación de las MiniQuest** cabe decir que se elaboraron cuatro y se trabajó con la primera de ellas. Estas fueron: "*La fuerza de la adaptación"*basada en la saga StarWars (tabla 3*); "Trabajando en un Parque Nacional"; "Con el incendio a cuestas"*; *"Cuidemos nuestros Parques"*. El resultado (tabla 4) avala que las WebQuest contribuyen notablemente al aprendizaje significativo (Cegarra, 2008).

Tabla 2. Matriz DAFO del libro de texto Ámbito *Científico-Tecnológico II* para Diversificación Curricular de 4º de ESO (Ruíz de Oña y Collados, 2008).

DEBILIDADES	AMENAZAS
Falta de claridad en el texto. Contenidos poco adaptados, necesidad de elaboración de apuntes. No se especifica la complejidad de las actividades.	No coordinación entre editoriales para crear un libro adecuado a DC. Resistencia al cambio según la demanda.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Cumple con los objetivos mínimos establecidos por la normativa vigente. Ilustraciones sencillas y actividades adecuadas para el nivel.	Los demás libros de texto tienen una calidad similar a la del libro evaluado. Recoge los apartados más importantes de la Ecología que se imparten en la asignatura troncal de Biología y Geología de 4º de ESO

Tabla 3. Características dela MiniQuest "*La fuerza de la adaptación*".

Apartados	**Descripción**
Escenario	Miembros del Consejo Jedi; pérdida de datos en el ordenador central sobre planetas en los que buscar mercenarios enemigos; solo se dispone de guía sobre animales de la galaxia (***Bantha, Scurrier, Anooba, Ewok; Tee, Tauntaun y Wampa***).
Tarea y producto	Informe sobre características de los planetas y animales con mayor posibilidad de ser encontrados según sus adaptaciones; crear un documento PDF o PowerPoint.
Proceso	Búsqueda de respuesta a cuestiones dadas por el docente en las webs facilitadas por éste, por ejemplo ***"¿Qué posibles adaptaciones tienen los animales y para qué pueden resultarlesútiles***?
Recursos	Relación de webs facilitadas por el docente.
Evaluación	Criterios: relacionados con contenidos de Ecología, adaptaciones al medio y trabajo cooperativo por roles. Instrumentos: rúbrica de valoración del informe.
Conclusión	Resultados de la experiencia y posibilidades de mejora.

Tabla 4. Resultados de la aplicación de la MiniQuest "*La fuerza de la adaptación*".

Circunstancias	**Observaciones**
Realizada por la totalidad del alumnado Basada en la saga ***Star Wars***	No absentismo, como sucede en otras clases para otras actividades, y claro interés. Actividad atractiva, incremento del interés, motivación y dedicación a la tarea (March, 1998).
Buenas calificaciones	Reparto de tareas. Importancia del trabajo cooperativo. Consecución de objetivos compartida (Cabrero, 2002). Creatividad en las respuestas. Actividades que mejoran el resultado (Adell, 2004).
Aprendizaje duradero	Recuerdan los conocimientos adquiridos un mes después de la actividad.

Conclusiones

- Los alumnos investigados presentan carencias en conocimientos sobre Ecología.

- Los dos libros analizados presentan deficiencias sobre ciertos contenidos y el de DC no está debidamente adaptado a sus necesidades educativas especiales.

- El resultado de la aplicación de la MiniQuest "*La fuerza de la adaptación"*ha sido altamente satisfactorio y recomendamos el uso de estas herramientas en alumnado con dificultades de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

Adell, J. (2003). Internet en el aula: a la caza del tesoro. *Edutec:Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* 16.

Adell, J. (2004). Internet en el aula: las WebQuest. *Edutec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 17.

Barba, C. (2002). La investigación en Internet con las WebQuest. *Comunicación y Pedagogía*, 185, 62-66.

Bermudez, G.M.A., De Longhi, A.L., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la Educación Secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.

Cañellas, A. M. (2006). Impacto de las TIC en la Educación: un acercamiento desde el punto de vista de las funciones de la educación. *Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 43.

Cegarra, J. (2008). "Webquest": estrategia constructivista de aprendizaje basada en Internet. *Investigación y Postgrado*, *23*(1), 73-92.

Dodge, B. (1997). Some Thoughts About WebQuests. Recuperado de http://webquest.org/sdsu/about_webquests.html

Dodge, B. J. (2000). Thinking visually with WebQuests. En *National Educational Computing Conference,* Atlanta, GA.

Esteve, P. y Jaén, M. (2013*).* El papel de los ciclos biogeoquímicos en el estudio de los problemas ambientales en Educación Secundaria*. Investigación en la Escuela*, 80, 77-88.

Gallardo, L. y Buleje, J. (2010). Importancia de las TIC en la en la educación básica regular*. Investigación Educativa*, 14(25), 209-226.

Ibarra, J. y Gil, M.J. (2005). Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias, 23*(3), 345-355.

Jiménez, M.P. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas.* (Tesis doctoral, Universidad de Granada). Recuperado de: http://hdl.handle.net/10481/2179.

López, M. y Morcillo, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *6*(3), 562-576.

Louv, R. (2008). Last Child in the Woods: Saving our Children from Nature-Deficit Disorder. London: Atlantic books

Maldonado, F.; González, F. y Jiménez, M. P. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 4(3), 442-460.

March, T. (1998). *Why WebQuest? an introduction*. Recuperado de: http://tommarch.com/writings/why-webquests/

Marqués, P. (2012). Impacto de las TIC en la Educación: funciones y limitaciones. *3c Tic, cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 1(3), 14-29.

Martín-Laborda, R. (2005): *Las nuevas tecnologías en la educación*. Madrid: Fundación AUNA.

Meléndez, I.; Madrid, M.A.; Blanco, M. & Vidal-Abarca, E. (2011). *Biología y Geología. 4º ESO*. Madrid: Santillana.

Occelli, M., y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, *31*(2), 133-152.

Ossandón, C. E.; Harsch, N. y Barke, H. D. (2011). *Efecto invernadero, ozono y lluvia ácida: Conocimientos y concepciones erróneas de estudiantes españoles y alemanes.* Recuperado de: https://www.uni-muenster. de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/sonstiges/estayharsch-barke__span._.pdf.

Pacheco, M. (2006). *Internet: aplicaciones educativas. Uso y creación de recursos didácticos*. *MiniQuests*. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centrostic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/1500/1656/html/internet_apl_educat/miniquests.html

Palacios Picos, A. (2009). Las WebQuest como estrategias metodológicas ante los retos de la convergencia europea de educación superior. Pixel-Bit: Revista de medios y educación, 34, 235-249.

Pérez, A., Santos, F. Cunha, E. (1016). Análisis de estudios académicos sobre webquest aplicada a la enseñanza-aprendizaje de una segunda lengua. *Pixelbit -Revista de Medios y Educación*. Nº 49. Doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.09

Pozo, J. I y Gómez, M. A. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden. Qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, OCT (66),* pp. 72-79.

Ruiz de Oña, P. y Collados, P. (2008). Ámbito Científico-Tecnológico II. Diversificación Curricular. Madrid: Bruño.

Ruiz, F.J. (2011). *Diseño, implementación y evaluación de una propuesta pedagógica telemática para alumnos de 4º de Diversificación Curricular de secundaria* (Tesis doctoral, UNED). Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Fjruiz

Tacca, D.R. (2010). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. *Investigación Educativa*, 14(26), 139-152.

Ideas previas del alumnado sobre Robótica y Programación en 3º de la ESO

Leandro López González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia

llg1@um.es

Resumen:

En el presente trabajo analizamos cuáles son las ideas previas que un grupo de alumnos tiene sobre el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos. Se trata de una de las preguntas del pretest, un cuestionario que pasamos a 42 estudiantes de las dos aulas donde realizamos la experiencia. Los resultados muestran los logros y dificultades en torno al tema.

Palabras clave: Robótica; ESO; aprendizaje; evaluación; alumnos.

Planteamiento de la investigación

La robótica y la programación forman parte de nuestra vida cotidiana. No obstante, sólo desde hace poco, su contenido ha entrado a formar parte del currículo de las enseñanzas obligatorias de nuestro país (MEC, 2007).

Llama la atención que los jóvenes que cursan la ESO hoy día estén inmersos en un mundo rodeado de elementos robóticos y tecnológicos y, sin embargo, estos conocimientos no han sido objeto de estudio durante la educación obligatoria. Así, dispositivos como el aire acondicionado, el ordenador, los teléfonos móviles, los frigoríficos inteligentes y un sinfín de dispositivos que nos encontramos a diario tienen una carga tecnológica muy alta, incluso algunos de ellos se pueden incluir como dispositivos robóticos.

Para ayudarnos a la concreción de las cuestiones planteadas en nuestra investigación, podemos partir de la definición que nos ofrece la RAE sobre robot: “Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas”. De la misma forma, encontramos la de automática: “Ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos”. Autores como Kazuhito Yokoi defienden que “los robots ayudarán a los hombres a realizar las tareas cotidianas tediosas, pero también en trabajos peligrosos o en condiciones ambientales extremas” (Tanie & Yokoi, 2003). Esta será la definición que usaremos en el presente trabajo.

Basándonos de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, nos hemos planteado: ¿Cuáles son los conocimientos iniciales que posee nuestro alumnado de 3º de ESO sobre la temática de la robótica y programación?

Revisión de la literatura

Este apartado lo hemos dividido en dos partes: el análisis de la normativa oficial y las aportaciones de la investigación en relación al concepto de Robótica.

Análisis de la normativa educativa oficial:

En la figura 1 se ha elaborado un cuadro resumen comparativo acerca de la normativa tanto a nivel nacional (MEC, 2007), como el currículum oficial de la Región de Murcia (CARM, 2007) para ver qué dice sobre la enseñanza de la Robótica en la ESO:

Tabla 1. Comparativa de normativa educativa oficial acerca de la robótica en la ESO

Contribución al desarrollo de las competencias	
MEC (2007)	**CARM (2007)**
Leemos: "El análisis de objetos y sistemas técnicos desde distintos puntos de vista permite conocer cómo han sido diseñados y construidos, los elementos que los forman y su función en el conjunto, facilitando el uso y la conservación". Más adelante, se comenta: "Al conocimiento de la organización y funcionamiento de las sociedades colabora la materia de Tecnología desde el análisis del desarrollo tecnológico de las mismas y su influencia en los cambios económicos y de organización social que han tenido lugar a lo largo de la historia de la humanidad".	Vemos que:" La contribución a la autonomía e iniciativa personal se articula especialmente en la posibilidad de emular procesos de resolución de problemas a través de una metodología de proyectos" Y termina: "A la adquisición de la competencia para aprender a aprender se contribuye mediante una metodología específica de la materia que incorpora el análisis de los objetos y la emulación de procesos de resolución de problemas como estrategias cognitivas"
Objetivos	
MEC (2007)	**CARM (2007)**
No hay una alusión directa al tema pero en el 3 se dice: "Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos, entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción y valorar las repercusiones que ha generado su existencia"	Aparece el objetivo nº 3: "Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos, entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción y valorar las repercusiones que ha generado su existencia."
Contenidos	
MEC (2007)	**CARM (2007)**
Aunque puede haber alusiones en otros, se dedica el bloque 6: "Mecanismos. Mecanismos de transmisión y transformación de movimiento. Relación de transmisión. Análisis de su función en máquinas. Uso de simuladores para recrear la función de estos operadores en el diseño de prototipos. Diseño y construcción de maquetas que incluyan mecanismos de transmisión y transformación del movimiento".	Se incluye un Bloque de contenido explícitamente sobre Robótica: "BLOQUE 8. Control y robótica. Introducción a las máquinas automáticas y robots: automatismos. Arquitectura de un robot. Elementos mecánicos y eléctricos para que un robot se mueva. Sistemas de control".
Criterios de evaluación	
MEC (2007)	**CARM (2007)**
Encontramos que hay dos que, sin ser exactamente del tema, pueden considerarse cercanos: 3. Identificar y conectar componentes físicos de un ordenador y otros dispositivos electrónicos. Manejar el entorno gráfico de los sistemas operativos como interfaz de comunicación con la máquina. 8. Identificar y manejar operadores mecánicos encargados de la transformación y transmisión de movimientos en máquinas. Explicar su funcionamiento en el conjunto y, en su caso, calcular la relación de transmisión.	Se incluyen dos criterios directamente relacionados con la robótica: 25. Montar, utilizando sistemas mecánicos y eléctricos, un robot sencillo con capacidad de movimiento dirigido. 26. Identificar los elementos básicos de un sistema de control.

Aportaciones de la investigación en relación al concepto de Robótica:

Hemos revisado las aportaciones en cuanto a Robótica Educativa en el ámbito científico y tecnológico, realizadas a partir de 2007, fecha de publicación de la reforma LOE en la Educación Secundaria. En la Tabla 2 se recogen algunas aportaciones y sus características (temática investigada y conclusiones):

Tabla 2. Trabajos de investigación sobre Robótica educativa

Autores	Año	Temática investigada	Conclusiones
Rebollo	2012	Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa	La robótica es una gran herramienta pedagógica en cuanto a la motivación del alumnado.
Bravo y Forero	2012	La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales.	La robótica en el aula genera ambientes de aprendizaje multidisciplinares
Morales y Quiroga	2013	Robótica Escolar basada en E-WASTE.	Se potencia la creatividad acercando al alumno a un pensamiento sistémico
Rubio, Mañoso, Romero y Ángel	2014	Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación.	Los estudiantes aprenden a programar y a más estudiantes les gusta programar.
Diosdado	2014	Una propuesta de actividades de introducción a la Robótica en 3º de ESO.	Propuesta inicial atractiva abierta para futuros trabajos
Herías et al	2015	Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica.	Buenos resultados sobre interés y aprendizaje del alumnado.

En estos trabajos se plantean propuestas muy interesantes sobre robótica, pero en ellos no aparecen una evaluación al alumnado del motivo por el cual cree que se usan robots y automatismos.

Metodología

El grupo era de 42 alumnos de 3º de ESO repartidos en dos aulas distintas, una bilingüe y la otra no lo era. El IES donde se ha llevado la investigación es un centro de la zona periférica de la ciudad de Cartagena.

El alumnado tenía una procedencia heterogénea. Dicha variedad puede influir en el carácter abierto y tolerante que manifestaban los estudiantes, al tiempo que facilitaba el buen clima de convivencia que se vivía en la mayor parte de las aulas. La media de los resultados académicos de los alumnos en las asignaturas de Ciencias eran: Media = 6.6 y $\sigma = 1.83$.

En cuanto a la selección del alumnado, no se ha seguido ningún criterio para su selección, han sido los que nos han tocado en el reparto de horarios del centro.

Para la realización del presente estudio se ha elaborado un cuestionario para conocer las ideas previas de los alumnos referente al motivo del uso de robots. Se pasó en el curso 2013/2014. Las preguntas que se le hizo al alumnado fueron:

1.- ¿Qué es para ti un robot?

2.- ¿Qué es un automatismo?

3.- ¿Cómo crees que funciona un robot?

4.- En cuanto al funcionamiento de un robot, ¿en cuántas partes crees que se puede dividir un robot?

5.- Nombra 4 robots que conozcas.

6.- ¿Cuál crees que es el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos?

En la corrección de estas preguntas se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- La respuesta adecuada a la pregunta 1 sería: "Un robot es una máquina capaz de realizar una acción o un trabajo de manera automática, pudiendo adaptar su actividad en función de la información que recibe de su entorno"
- Para la segunda, tercera y cuarta pregunta se ha tenido en cuenta las partes en las que se puede dividir un sistema automático: entrada de datos, procesado de información y realización de actividad
- En la pregunta 5 se ha dado como válido aquellas máquinas o automatismos equipados con las tres partes de los sistemas automáticos comentadas anteriormente.
- La respuesta correcta de la pregunta 6 la podemos concretar como: "para hacer la vida más fácil y realizar actividades duras y peligrosas"

Resultados

Veamos a continuación algunas respuestas de los alumnos a estas preguntas:

a) En relación con la pregunta 1, si observamos las respuestas no adecuadas de los alumnos en la misma, vemos que hay disparidad en las respuestas. Se observa como si el alumno viera a los automatismos y robot como una caja negra con cosas que hacen alguna acción. Respuestas como: "Máquina que tiene vida propia" o "puede servir para diversas cosas" avalan esta justifican este planteamiento.

En cualquier caso, parecen tener cierta idea de lo que es un robot, aunque sólo son capaces de reconocer una de las 3 partes de la respuesta, la que realiza una actividad (73%). El alumnado asocia que se realiza una actividad con un sujeto robótico.

No son muchos los alumnos que han sabido identificar a los robots o automatismos no solo con la acción de realizar una actividad (26%).

b) En relación con la segunda cuestión, la mayoría de los alumnos (87.5%) no sabe reconocer lo que es un automatismo. Tan solo 4 identifican una parte de la solución (A12, A16, B12 y B14).

Este concepto "automatismo" aparece como algo novedoso para más de la mitad del alumnado (11 alumnos no han oído esta palabra y 9 no saben lo que es, lo que supone el 51% del total de alumnos).

c) En el tercer ítem planteado al alumnado, vemos que la mayoría de los alumnos no son capaces de explicar el funcionamiento de un robot. Tan solo se aproximan a una de las partes del funcionamiento de los robots identificando la función de "procesa y compara" pero descartando la toma de datos y la realización de acciones.

d) Como hemos visto anteriormente, se confirma en la pregunta cuatro que la mayoría de los alumnos (86%) no conocen cuáles son las partes de un robot. Si analizamos las respuestas, encontramos que un 41% no sabían las partes en que puede dividir un robot o automatismo.

e) Analizando la quinta pregunta encontramos que los alumnos son capaces de identificar que es un robot a través de objetos cotidianos de casa y con ayuda de la televisión y películas. El 80% de los alumnos han dado 2 o más respuestas correctas, lo que nos hace pensar que son capaces de identificar correctamente robots y automatismos en su entorno.

f) Por último en la última pregunta vemos que el 85% de los alumnos han respondido correctamente, saben cuál es el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos.

Conclusiones

A la vista de estos resultados podemos concluir que el alumnado tiene cierta idea de lo que es un robot, en parte relacionada con personajes de películas, y dibujos animados. Además, conoce cuáles son los motivos que se usen robots y automatismos, pero tiene una gran deficiencia en cuanto al concepto y funcionamiento de los robots.

Una vez realizado el análisis cualitativo, obtenemos la calificación del pretest aplicando la siguiente formula sobre cada uno de los ítems para cada alumno i:

$$ai = (R1a/3) + (R1b/3) + (R1c/3) + (R1d/3) + (R2/4) + (R3/1).$$

En la Tabla 3, resumimos las medias globales de las preguntas:

Tabla 3. Resultados globales de las preguntas del pretest.

Preguntas	% respuestas adecuadas
1	35%
2	4%
3	11%
4	8%
5	65%
6	81%
Media total	34%

La puntuación global de los estudiantes en esta prueba es de un 3,4 sobre 10, lo cual pone de manifiesto las carencias cognoscitivas en este ámbito del conocimiento.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del trabajo de investigación “Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la educación primaria” (EDU2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada.

Bibliografía

Bravo Sánchez, F. A. y Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. 13 (2), 120-136.* Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9002/9247

CARM (2007). Decreto 291/2007, de 14 de Septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 24 de Septiembre de 2.007).

Diosdado, J. Á. (2014). Una propuesta de actividades de introducción a la Robótica en 3º de ESO. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde http://uvadoc.uva.es/handle/10324/8001

Herías, F. C., Gómez, G. G., Baeza, J. P., Bravo, C. J., Rodríguez, A. D., Agulló, C. M., ... & Alepuz, J. P. (2015). Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica. En *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 84-101). Universidad de Alicante. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde http://hdl.handle.net/10045/48815

Mc Millan, J. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa.* Madrid: Pearson Education.

MEC (2007). Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria (BOE 5 de enero de 2007).

Morales, A., & Quiroga, D. (2013). Robótica Escolar basada en E-WASTE. Último acceso el 23 de febrero de 2016, desde http://www.natalnet.br/lars2013/WRE/118613.pdf

Rebollo, G. O. (2012). *Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa*. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, *5*(10), 56-64.

Rubio, M. Á., Mañoso, C., Romero, R., & Ángel, P. (2014). Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo).*

Tanie, K., & Yokoi, K. (2003, December). Humanoid and its potential applications. In *Industrial Technology, 2003 IEEE International Conference on* (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.

El uso de Google Maps como recurso para el aprendizaje de las formas del relieve y el modelado del paisaje en estudiantes de 4ºESO

Elena García Buitrago y Eugenia García García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Matemáticas de de la Universidad Complutense de Madrid

euggarci@edu.ucm.es

Resumen

En este trabajo llevado a cabo con estudiantes de 4ªESO se presenta un itinerario virtual mediante el uso de Google Maps como herramienta en la enseñanza del modelado del relieve y los paisajes naturales. Se han seleccionado emplazamientos de gran interés geomorfológico y cuya vista aérea permite reconocer formas del relieve características de cada tipo de modelado geológico. Todas las localizaciones se sitúan en el territorio nacional con el fin de valorizar nuestro importante patrimonio geológico. Se sugiere Google Maps como un recurso a tener en cuenta en la enseñanza de los contenidos geomorfológicos por varias razones: facilidad de diseño de itinerarios y uso por parte de los alumnos con dispositivos móviles, accesibilidad a cualquier parte del mundo lo que en cierta medida puede paliar la escasez de salidas al campo, la posibilidad de edición colaborativa, etc.

Palabras clave: formas del relieve, modelado del paisaje, Educación Secundaria, Google Maps.

Introducción y Marco teórico

Actualmente, los alumnos al acabar la ESO demuestran tener un bajo conocimiento en Geología. La progresiva reducción de los contenidos geológicos en la Enseñanza Secundaria (Brusi, Roqué y Mas-Pla, 2013; Calonge, 2010; Calonge, 2013; Pedrinaci, 2006) y el escaso interés de los alumnos y su falta de curiosidad por esta rama de las ciencias naturales (Pedrinaci, 2012; Pozo, 2000 y Sanz, *et al*., 2016), entre otras razones, repercute negativamente en la formación de los alumnos.

Los procesos geológicos externos suelen tener una menor presencia en el currículo y en los libros de texto que los procesos internos. Esto unido a las interpretaciones fijistas y estáticas de los alumnos que les hacen interpretar las situaciones (en este caso un paisaje determinado) como un estado concreto fijo que "es así desde siempre" y no como la sucesión de procesos que actúan más o menos continuos en el tiempo (Pozo, 2000) hace que el aprendizaje de la geomorfología sea una asignatura pendiente.

Las fotografías en la enseñanza del modelado terrestre

Trabajar con fotografías los contenidos geomorfológicos frente a hacerlo con esquemas o dibujos no solo ayuda a mejorar la adquisición de conocimientos (procesos o estructuras), sino que también influye positivamente en la adquisición de otras habilidades como la observación, el pensamiento deductivo y la descripción (Campanario y Moya, 1999, Silva y Compiani, 2006). Ahora bien, se requiere tiempo y práctica para que los estudiantes adquieran la habilidad necesaria

para observar y describir paisajes, teniendo en ello el docente un papel fundamental (Libarkin y Brick, 2002; Jolley, Jones y Harris, 2013). Y además es necesario hacer una selección rigurosa de las imágenes (Palacios, 2006) pues a menudo "las imágenes que se proyectan en el aula no siempre son tan claras como le pueda parecer a un ojo experimentado" (Jolley *et al.* 2013, p. 249).

El uso de las imágenes de satélite: Google Maps

Con frecuencia los alumnos rechazan los temas geológicos por "aburridos" y poco o nada interesantes (Sanz, *et. al,* 2016). Es necesario acercar la geología a los estudiantes de manera menos teórica y abstracta, más cercana a ellos, más divertida y motivadora, dotándola de aplicabilidad y resaltando la importancia de esta ciencia para la sociedad (Sanz, *et al.,* 2016; Calonge, 2010; Pedrinaci, 2012). La realización de viajes virtuales pueden ser una interesante alternativa a las infrecuentes salidas al campo, es una manera de "llevarles el campo al aula" (Lacreu, 2012 y 2017).

Cada vez son más numerosos los trabajos en relación a proyectos didácticos o actividades en la Enseñanza tanto de la Educación Secundaria como en la Educación Universitaria en la que se aplican tecnologías de cartografía digital como Google Maps o Google Earth como herramienta que permite suministrar buenos ejemplos de formas del relieve y su relación con procesos geológicos (Fernández, Monterrubio, Nespereira y Santos, 2015; Valente, 2006; Martínez-Graña, Goy y Cimarra, 2013; Monet y Green, 2012; Jiménez, Pérez y Carrillo, 2014).

Las ventajas que posee Google Maps frente a otras tecnologías geoespaciales y que lo hacen muy interesante desde un punto de vista docente son las siguientes: la posibilidad de compartir mapas con solo un enlace url (no necesitando software alguno), el uso desde cualquier dispositivo móvil pudiéndose realizar en cualquier aula siempre que se disponga de internet y la opción de edición de un mapa de forma cooperativa entre los estudiantes (Jiménez *et al.*, 2014).

Objetivo

Proponer un itinerario virtual gracias a Google Maps como herramienta de enseñanza de los paisajes naturales y las formas del relieve que se añade a las sesiones de aula de carácter descriptivo de imágenes. Con ello se pretende motivar a los alumnos, función, que entre otras, suele cumplir el uso de las TIC, y mejorar su comprensión sobre los procesos formadores del relieve y el modelado del paisaje al proporcionarles diferentes perspectivas de un mismo paisaje (imágenes convencionales e imágenes de satélite).

Metodología

El presente trabajo se llevó a cabo con 23 alumnos de 4º de ESO en un centro de titularidad pública de la Comunidad de Madrid. En primer lugar se trabajó con ellos durante 5 sesiones de clase la identificación y descripción de las formas del relieve y los procesos modeladores del mismo mediante el uso de imágenes convencionales y en algunos casos imágenes de satélite. Posteriormente y con el objetivo de fomentar la curiosidad y el interés de los alumnos por los procesos geológicos externos se elaboró una WebQuest, denominada *Safari geológico*.

En esta Webquest, además de otros dos ejercicios basados en imágenes de paisajes, se incluía como parte fundamental del trabajo un mapa con 10 localizaciones del relieve español (Figura 1) donde se les indicaba lo que debían hacer. Los alumnos debían realizar el itinerario virtual de forma autónoma y fuera del centro, identificar y nombrar las formas geológicas características (p. ej. cono volcánico, meandros, etc.), determinar qué factor había influido en su formación y cómo lo había hecho (breve descripción) y asociar el paisaje a un tipo de modelado geológico (fluvial, eólico, glaciar o periglaciar, cárstico, litoral, torrencial, estructural o litológico).

Las ventajas de usar Google Maps al crear un itinerario geológico son múltiples: es fácil de elaborar y de visitar posteriormente por los alumnos, permite viajar rápidamente de un lugar a otro;

mediante localizadores se señala exactamente aquello que queremos que observen y describan; al variar la orientación se pueden observar las formas del relieve desde diferentes perspectivas lo que no puede hacerse con fotografías; nos permite alejarnos para tener una visión global que en ocasiones es importante y por último la imagen se puede inclinar ligeramente y tener una relativa visión 3D muy útil en este caso.

Se decidió situar todas las localizaciones en nuestro país por varios motivos: para hacerles conscientes de la enorme riqueza geológica que hay en nuestro territorio, valorizando de ese modo nuestro patrimonio geológico y haciendo que el aprendizaje cobre una mayor relevancia. Así mismo las localizaciones podrían resultarles familiares porque ya las hubieran visitado o bien pudieran hacerlo en un futuro. Los emplazamientos fueron escogidos minuciosamente, debían representar los diferentes paisajes que se habían previamente trabajado en clase, y se debían observar bien en una vista aérea. Algunos ejemplos de las localizaciones escogidas son: canchales en la laguna de Peñalara (Madrid), cárcavas en las Bárdenas Reales (Navarra), los meandros del río Duratón (Segovia), el tómbolo de Peñíscola (Castellón), las dolinas de la Cañada del Hoyo (Cuenca) (figura 2), el volcán Teide (Tenerife), el circo glaciar de la Creta de Contraix (Lérida), el cerro testigo de Peña Amaya (Burgos) y el horn Aneto (Huesca).

Figura 1. Visión del mapa completo con las diez localizaciones

Figura 2. Ejemplos de las localizaciones del itinerario: tómbolo de Peñíscola y dolinas en la Cañada del Hoyo

Resultados

Dado que es un trabajo de carácter cualitativo por el escaso número de datos no se ha considerado relevante incluir gráficos ni porcentajes. La identificación y descripción de las formas de relieve características no han sido en la mayoría de los casos todo lo precisas que se hubiera deseado. Generalmente hacían una descripción vaga aunque no del todo incorrecta: por ejemplo, en el caso de las cárcavas de las Bárdenas Reales indicaban que se tratan de *"barrancos"* o *"marcas de aguas torrenciales"*; o en el caso del tómbolo de Peñíscola lo identificaban como un "cabo" o "saliente" originado por el modelado litoral; en los meandros encajados del río Duratón, perfectamente visibles desde el aire, señalaban que se trataba del *"curso de un río"* o de *"terrazas"* (se perciben los diferentes estratos) aunque todos ellos aludieron al modelado fluvial.

Las dunas costeras de Maspalomas son identificadas por todos los estudiantes asociándolas en todos los casos al modelado eólico. Tampoco aparentan tener dificultad en identificar las dolinas de la Cañada del Hoyo, atribuyéndolas un origen cárstico; es de resaltar la contestación de una alumna que se acercaría mucho a lo que deberíamos esperar que fueran capaces de contestar tras las sesiones de enseñanza-aprendizaje: "…*Las lagunas que todavía existen se formaron por la erosión producida por el agua capaz de disolver rocas. Las cavidades que provocó esta erosión no pudieron resistir el peso y se hundieron formando estas lagunas. Es un modelado cárstico*".

Tanto la imagen del circo glaciar en los Pirineos como la del cerro testigo de Peña Amaya no han sido reconocidos por ningún alumno; es más, sus respuestas están muy alejadas de lo que cabía esperar al haber trabajado el paisaje glaciar y estructural en el aula. En el caso del horn o pico piramidal del Aneto sólo fue identificado por dos alumnos y el resto no reconocieron ninguna de las formas características que se percibían en la imagen, aunque todos reconocían el paisaje como resultado de un modelado glaciar. Probablemente no hicieron uso del modo 3D que permite ver con mucha más claridad estas formas.

El volcán Teide lo describen como *"una montaña"* sin especificar su origen volcánico salvo en algunos casos a pesar de verse perfectamente el edificio volcánico y la caldera que lo rodea (el uso del modo 3D en este caso también hubiera ayudado). Los canchales al pie de la montaña de Peñalara no los llegan a identificar, en lugar de describir los derrubios producidos por la gelifracción hacen alusión a *"cordilleras"*, *"valles en U"*, *"una dolina"* refiriéndose a la laguna glaciar de Peñalara, etc. formas características de un paisaje glaciar.

Discusión y conclusiones

La visita de la Webquest por parte de los alumnos y la realización de las actividades propuestas en la misma, incluido el recorrido virtual, tuvo una muy favorable aceptación por ellos mucho mayor que la disposición mostrada en otras clases más tradicionales.

Mientras que los estudiantes reconocían perfectamente determinados paisajes o formas geológicas en imágenes convencionales, éstas mismas les resultaba difícil de identificar en Google Maps. Hay que recordar que realizaron la tarea en casa por lo que saber exactamente en qué aspecto concreto debían fijarse (aunque los localizadores estuvieran perfectamente ubicados) fue el mayor obstáculo.

Les resultó más difícil identificar las formas del relieve que el tipo de modelado: en todos los casos asociaron correctamente el modelado salvo en el cerro testigo (modelado estructural) y en algunos alumnos en el volcán Teide (modelado litológico volcánico).

Se hace necesario trabajar con los estudiantes con imágenes de satélite (con Google Maps o con Google Earth) en sesiones de clase (al igual que propone Valente, 2006). De este modo acaban familiarizándose con las diferentes posibilidades que ofrecen y que mejoran mucho la visión del

relieve (3D, zoom, rotación de la imagen, opción relieve con curvas de nivel, etc.). Convendría mostrarles emplazamientos en los que puedan observar paisajes o formas que ellos previamente han reconocido en fotografías.

Como propuesta de mejora resultaría interesante proponerles que, una vez familiarizados con esta herramienta y con el objetivo de desarrollar el trabajo cooperativo de los alumnos y mejorar su competencia digital, divididos en pequeños grupos seleccionaran una imagen de cada uno de los modelados terrestres, localizaran (mediante Google Maps) dónde se pueden "visitar" en el mundo y la/s forma/s del relieve que se observan, así como una breve descripción del mismo. Los resultados se recogerían en la WebQuest Safari Geológico para que estuvieran a disposición de todos los alumnos. Incluso podrían valorar las de sus compañeros a modo de coevaluación.

Bibliografía

Brusi, D., Roqué, C. y Mas-Pla, J. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: Los procesos geológicos externos: las infinitas interacciones en la superficie de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 181-194.

Calonge, A. (2010). La Geología que emociona, ¿qué geología enseñamos, qué geología necesitamos y qué geología divulgamos? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(2), 141-149.

Calonge, A. (2013). Estado actual de la enseñanza de la Geología. *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía* (17) p. 11.

Campanario, J. M., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.

Fernández, B.; Monterrubio, S; Nespereira, J y Santos, G, (2015). Sobrevolando la tierra: aprendizaje de la geología basado en tareas con Google Earth, *Proyecto de Innovación Docente*. Universidad de Salamanca. http://hdl.handle.net/10366/130209

Jiménez, A. Pérez, J y Carrillo, J. (2014). Integración de las Tecnologías Geoespaciales como herramientas docentes de Ciencias de la Tierra para Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (22.3), 239-250.

Jolley, A., Jones, F., & Harris, S. (2013). Measuring Student Knowledge of Landscapes and Their Formation Timespans. *Journal of Geoscience Education*, 61(2), 240-251.

Lacreu, H. L. (2012). Recursos virtuales para la interpretación geológica del paisaje. *XVII Simposio sobre enseñanza de la Geología*. Huelva, España.

Lacreu, H.L. (2017). El paisaje geológico en la enseñanza de las geociencias: ¿Es un recurso didáctico, es un objeto de estudio o ambas cosas a vez? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (25.3), 310-318.

Libarkin, J. y Brick, C. (2002). Research methodologies in Science Education: visualization and the geosciences. *Journal of Geoscience Education*, 50 (4), 449-455.

Martinez-Graña, A. M.; Goy, J.L. y Cimarra, C.A. (2013). A virtual tour of geological heritage: valourising geodiversity using Google Earth and QR code. *Computers y Geosciences*, 61, 83-93. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.07.020

Monet, J. Greene, T. (2012). Using Google Earth and Satellite Imagery to Foster Place-Based Teaching in an Introductory Physical Geology Course. *Journal of Geoscience Education*, 60, No. 1, 10-20. https://doi.org/10.5408/10-203.1

Palacios, F. J. P. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 13-30.

Pedrinaci, E. (2006). Geología en la ESO: otra oportunidad perdida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 14. 3, 194-201.

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-140.

Pozo, J. I. (2000) ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: el caso de las ciencias de la tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8.1, 13-19.

Robles A., Solbes J., Cantó J.R., Lozano O.R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14, Nº 3, 361-376. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_6_ex939.pdf

Sanz, J., Zamalloa, T., Echevarría, I., Maguregi, G., Fernández, L., Casas, N. (2016) Utilización de los recursos geológicos como instrumentos educativos en la enseñanza formal. Diagnóstico del País Vasco. 27 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Badajoz. 1481-1489

Silva, F. y Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*,24 (2), 207-217.

Valente, N. L. (2006). Navegando por los paisajes del mundo con Google Earth. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(1), 85-88.

Luz y color: experiencia interdepartamental en la formación en ciencias de los futuros maestros de Educación Primaria desde el ámbito de Física y Química

Francisco Javier Serón, Ana de Echave y Carlos Rodríguez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza

fjser@unizar.es

Resumen

La luz y el color son fenómenos con grandes retos conceptuales para los futuros maestros/as de educación primaria. En su formación se utilizan modelos de áreas como la didáctica de la física y la química y la expresión plástica y visual que no son siempre coincidentes. Con el objetivo de mejorar la comprensión de dichos fenómenos y de abordar las dificultades observadas, se diseñó una propuesta interdepartamental con enfoque integrador y en el marco de los trabajos prácticos que se vienen desarrollando en las citadas áreas. Se empleó una metodología de trabajo por proyectos con una muestra de quinientos alumnos/as a lo largo de dos cursos académicos. La información obtenida a partir de distintos instrumentos de análisis y valoración parecen señalar una mejora en la comprensión conceptual, la motivación y el interés por propuestas más coherentes con el trabajo en el aula de primaria.

Palabras clave: Luz y Color, Ciencia y Arte, Formación del profesorado primaria

Introducción

Desde los años ochenta del siglo veinte se han realizado muchas investigaciones sobre las ideas previas y las dificultades en el aprendizaje del comportamiento de la luz (Guesne, Tiberghien, Delacote, 1978; Guesne, 1984; Meyer y Woodruff, 1997; Bravo, Pesa y Pozo, 2010; Barrow, 2012). En dichos estudios se destaca la falta de comprensión de los procesos de interacción de la luz con los materiales y su relación con el "hecho de ver" (Bravo, Pesa y Pozo, 2011). Se trata de resultados que son independientes del nivel educativo, incluida la formación universitaria, como así se ha podido comprobar en el caso de los futuros maestros y maestras en educación primaria.

Desde el área de didáctica del medio físico y químico (DMFyQ) de la Universidad de Zaragoza se han analizado y valorado como los diferentes modelos acerca de la naturaleza de la luz y el color parecen intervenir en la comprensión de los fenómenos. Algunos autores (Haagen-Schutzenhofer, 2017) han apuntado a las dificultades que supone el color por la falta de comprensión de lo que denominamos "luz blanca" correspondiente al intervalo del visible, un modelo proveniente de la física asociado al espectro electromagnético (EM). Por otra parte desde la dimensión artística, el color se asocia a la "sustancia" o los materiales (Viennot y Hosson, 2012). De esta forma se confrontan los colores según la denominada suma aditiva que da como resultado la luz blanca, frente a la sustractiva o colores pigmento, estableciéndose diferencias y divergencias y formas de enseñanza y aprendizaje entre dos áreas fundamentales en la formación de maestros y maestras.

Contexto de aplicación, objetivos y descripción de la experiencia

Con el objetivo de que nuestros estudiantes del Grado de Magisterio en Educación Primaria analizaran sus ideas previas en relación a la naturaleza de la luz y el color y los distintos modelos conceptuales se diseñó una propuesta didáctica desde el área de DMFyQ y la de didáctica de la expresión plástica y visual (DEPyV). Durante dos cursos académicos, 16/17 y 17/18, los estudiantes de segundo año que cursan ambas asignaturas en el primer semestre trabajaron en grupos siguiendo una metodología de trabajo por proyectos interdisciplinar. Los objetivos, provenientes de ambas áreas eran fomentar la observación, el análisis crítico de los modelos de comportamiento de la luz y el color, la integración de conceptos y la reflexión didáctica de sus propuestas para su aplicación al aula de primaria. En cada una de las áreas se plantearos objetivos específicos como fueron analizar el papel que adoptan nuestros estudiantes como futuros maestros/as de ciencias y su conocimiento y utilización de las expresiones contemporáneas del arte en dicho ámbito, ambos objetivos planteados desde una propuesta integradora.

En el diseño de la propuesta participaron ambos departamentos de forma coordinada estableciendo las siguientes fases:

- Fase 1: Sesión de laboratorio de luz y color.
- Fase 2: Sesiones del taller de plástica.
- Fase 3: Taller de luz y color.

La propuesta fue diseñada para el trabajo grupal para favorecer los procesos de toma de decisiones, la argumentación y debate en el planteamiento de cuestiones y búsqueda de soluciones. Hay que destacar la importancia de la acción tutorial dentro del proceso de desarrollo, un aspecto coordinado desde ambos departamentos.

La primera fase y dentro de la importancia y tradición de los trabajos prácticos de laboratorio se configuró para que los grupos pudieran elaborar, a partir de un guión básico, sus propias experiencias. De esta forma experimentaba con el comportamiento de la luz y el color y su interacción con los materiales, los distintos fenómenos planteando cuestiones y reflexionando sobre su valor didáctico. El objetivo de la sesión era que entraran en contacto con distintos fenómenos (sombras, trayectoria de la luz, interacción, reflexión, refracción, dispersión, etc.) de cara a seleccionar alguno de dichos fenómenos para la segunda fase del proyecto.

En la segunda fase, cada grupo escogió una obra de arte contemporáneo entre las 60 seleccionadas por los departamentos por su importancia en relación a la luz y/o el color. A partir de la selección, los estudiantes debían analizar la obra en su contexto histórico, sus vínculos con la luz y el color desde el ámbito científico y artístico desde un modelo integrador· A partir de dicho análisis y con lo aportado por la primera fase comenzaba un proceso propositivo por parte del grupo durante la tercera fase· Esta fase estaba constituida por diferentes etapas y acciones: la fase de elaboración de propuestas, basadas en las dos etapas anteriores y coordinada desde el área de plástica y la acción tutorial de ambos departamentos. Un desarrollo inicial de la propuesta admitida durante dos sesiones en el taller de plástica y finalmente la presentación, justificación y exposición de la obra o producto elaborado por el grupo.

Durante la **última** etapa de la fase tres, en el denominado “Taller de luz y color” y a lo largo de 15 minutos, los grupos presentaban su propuesta incidiendo en el análisis artístico, la selección de fenómenos relacionados con la luz y el color, su justificación y valor didáctico, tanto por la importancia en su formación como por su aplicación al aula de primaria, su adaptación a este contexto, el valor del producto desde ambos ámbitos, la integración de áreas y su papel como maestros/maestras de ciencias y de arte. Los últimos cinco-diez minutos del taller correspondían a las cuestiones planteadas por el resto de los grupos, valorando la capacidad de dichos grupos para formular preguntas de interés didáctico.

Valoración y Resultados

Para valorar la propuesta se plantearon y diseñaron diferentes técnicas e instrumentos entre los que figuran:

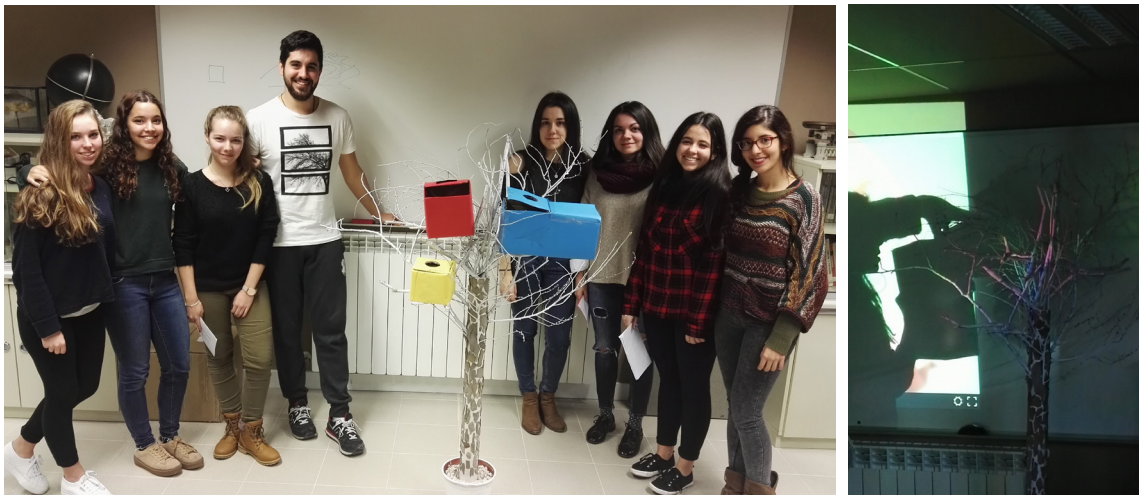
- La grabación de las sesiones de laboratorio y del taller de luz y color.
- El cuaderno de laboratorio en el cuál figuraban dos apartados dedicados a la experiencia, uno con todo tipo de anotaciones de carácter individual respecto a la sesión de laboratorio y otro al respecto del taller de luz y color y de la propuesta en su conjunto.
- Una rúbrica para evaluar la exposición y el resultado final de la propuesta.
- Una cuestión formulada en la prueba teórica de la asignatura sobre la materia del proyecto.

A pesar de que en estos momentos se sigue analizando la información obtenida cabe destacar que de los análisis previos de las grabaciones se puede afirmar que ha existido una mayor implicación por parte del alumnado que en cursos anteriores, un elevado grado de interacción entre los miembros de los grupos a la hora de buscar experiencias que les permita indagar en los procesos de interacción luz/color/materia, así como procesos de argumentación y toma de decisiones hacia la integración de contenidos en el objeto producido. Estos se resultados son complementarios a los aportados de manera individual en su cuaderno de laboratorio y en los que de manera general indican mejora en el aprendizaje, mayor motivación, expectativa e interés por ser un trabajo que integra distintas áreas, además de otros aspectos que se ponen de manifiesto en su narrativa. Estas afirmaciones con coherentes con los resultados obtenidos en la rúbrica del proyecto. De los más de sesenta grupos, un porcentaje muy elevado obtuvieron una calificación de ocho o superior en el “taller de luz y color”. Cada uno de los criterios que constituyen la rúbrica permitía valorar en su conjunto los aprendizajes, la integración de contenidos, la justificación y el valor didáctico de su proyecto, así como aspectos cualitativos como la creatividad. En relación a la cuestión teórica, en torno a un setenta por ciento del alumnado obtuvo una calificación superior al siete.

Para complementar estos resultados, se han seleccionado algunas imágenes y fragmentos extraídos de algunos alumnos/as del cuaderno de laboratorio.

Imagen 1

La **imagen 1** muestra una propuesta de producto/obra a partir del análisis de la obra de Pablo Gargallo, "El Profeta" y de los fenómenos de interacción de la luz que intervienen en la apreciación de la obra. En este caso las alumnas elaboraron un objeto/producto que explora las distintas sombras producidas en función de los materiales y el color de dichos materiales y a partir de cuyos fenómenos indagar sobre lo que está sucediendo.



Imágenes 3 y 4

Las **imágenes 3 y 4** pertenecen a la exposición de un grupo de estudiantes que, a partir de la obra de Mondrian, elaboró un objeto/producto en el que el color como fenómeno asociado a la luz, las sombras producidas, la transmisión de la luz permite plantear cuestiones para su trabajo en el aula de primaria.

De los cuadernos hemos querido destacar algunos comentarios por su relevancia y para señalar la importancia del mismo como herramienta para el futuro de los maestros/as de ciencias y como elemento en la investigación didáctica.

Esta alumna destaca el valor de la interdisciplinariedad y su relación con su futuro profesional en el que las fronteras y áreas están más diluidas que en su propia formación:

> "El hecho de que sea un proyecto interdisciplinar aporta numerosas ventajas como la posibilidad de abordar en mayor medida la realidad que nos rodea, flexibilizando las fronteras entre disciplinas y contribuyendo a debilitar los compartimientos en el conocimiento de los alumnos"

Del mismo grupo, la alumna analiza la obra de Ignacio fortún y las posibilidades, como fuente de inspiración, a la hora de incorporar elementos científicos a su producto:

> "Ignacio Fortun, usa el paisaje y la luz y el vacio para representar distintas realizadas que a veces se funden en un misco marco y que en este caso vienen vehiculizadas por los efectos que produce la luz y la progresión de los colores, los nadadores dejan su actividad para contemplar un paisaje que cambia con el atardecer"

En este caso los comentarios se refieren a la obra de Monet "Impresión de sol naciente" y se refieren a distintos aspectos del proyecto, la investigación, la interpretación de fenómenos, el análisis de la obra en relación a la luz y el valor de las distintas fases del proyecto:

> "Es indudable la forma que tenemos de relacionarnos e interpretar la realidad a través de los sentidos y por eso debemos ponerlos en juego para comprender lo que nos rodea"

> "Los efectos de la luz son los principales protagonistas de la obra de Monet"
>
> "Tanto la práctica de laboratorio sobre los fenómenos de la luz y el color y ante todo el taller han contribuido de una manera óptima y satisfactoria a mi conocimiento científico y sobre todo a cómo abordar diversos conceptos desde distintas disciplinas en el aula de primaria"

Por último y desde el punto de vista del aprendizaje de los conceptos de luz, color, interacción con los materiales, comportamiento y fenómenos asociados y utilidad didáctica en el aula de primaria, en base a la obra de Matisse el alumno cita lo siguiente:

> "Acercando la fuente de luz la figura se ve más grande pero menos nítida apareciendo zonas de penumbra, si alejas la fuente se ve más pequeña pero con mucha más nitidez sin apenas "zonas de penumbra". En educación primaria les permitiría ver como la luz genera diferentes efectos cuando interacciona con los objetos que dependen del propio objeto, siendo las sobras función de esta naturaleza"

Conclusiones y Reflexiones

A modo de breve conclusión y tomando de referencia los objetivos planteados, se puede apuntar que muchas y muchos de los futuros maestros y maestras valoran de forma positiva el tratamiento didáctico de la experiencia, ya que por un lado les resulta, aunque difícil, muy motivador. En muchos de los casos han afirmado sentirse satisfechas/os con propuestas que se acercan más a la realidad del trabajo en las aulas de primaria donde cada vez más se apuesta por el trabajo por proyectos. En cuanto a la indagación sobre la naturaleza de la luz y el color y los fenómenos asociados a la interacción con los materiales, ha puesto de manifiesto el valor cogntivo de abordar dichos conceptos desde dos perspectivas y bases epistemológicas distintas como son la artística y la científica, que en todo caso señalan no debería ser un problema para trabajar de forma integrada en las aulas de primaria. Por último y a modo de reflexión, se ha señalar la importancia que pueden tener estas experiencias para, mas allá de los objetivos planteados, mejorar los procesos de análisis de las distintas realidades que convergen en un mismo fenómeno y las valoraciones e importancia que tienen para la reflexión sobre su propio papel como docentes en el aula de primaria en contextos que, si bien tanto mejoran como dificutan la integración de áreas, cuando menos les permiten enfrentarse a situaciones donde los procesos de tomas de decisión cobran un especial interés e importancia en su formación.

Referencias bibliográficas

Barrow, LL.H. (2012). Helping students construct understanding about shadows. *Journal of Education and learning*, 1(2) pp 188-191.

Bravo, B., Pesa, M y Pozo, J.L. (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: Las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Investigación didáctica*, 28(1), 113-126.

Bravo, B., Pesa, M. y Pozo, J.I. (2011). Aprendiendo a explicar el fenómeno de la visión: efectos de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(2), 562-572.

De Echave, A., Ferrer, L.M. y Morales, M.J. (2011). La relevancia de los trabajos prácticos en Educación Primaria y en la formación del profesorado de este nivel: Una experiencia en el aula. *Investigación en la escuela,* 74, 101-112.

Guense, E., Tiberghien, A. y Delacote, G. (1978) "Méthodes et résultats concernant l'analyse des conceptions des élèleves dans différents domaines de la physique. Deux examples: les notions de chaleur et de lumìere". Revue Francais de Pédagogie 45, 25-32.

Guesne, E. (1984). "Children's ideas about light". En New trends in physics teaching, vol IV (ed. E J. wenham) pp 179-92 Unesco: Paris.

Feher E and Meyer K R 1992 Children's conceptions of color. *J. Res. Sci. Teach*. 29 505–20.

Haagen-Scützenhöfer, C. (2017). Students' conceptions on white light and implications for teaching and learning about colour. *Physics Education*, 52(4) 8pp.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Investigación y experiencias didácticas,* 12(3), 299-313.

Meyer, K. y Woodruff, E. (1997). Consensually driven explanation in science teaching, *Science Education*, 81(2), 175-194.

Viennot, L. y de Hosson, C. (2012a). Beyond a dichotomic approach, the case of colour phenomena. *International Journal of Science Education*, 34:9, 1315–1336.

Viennot, L. y de Hosson, C. (2012b). Colour Phenomena and Partial Absorption (MUSE group) (More Understanding with Simple Experiments).

Enseñanza por proyecto con abordaje interdisciplinario. Un relato de experiencia en nivel superior

Eugenia E. Berta, Soledad S. Alegre, Olga B. Avila, Liliana E. Contini y María F. Walz

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Matemática
Universidad Nacional del Litoral

berta.eugenia@hotmail.com

Resumen

En segundo año de Licenciatura en Nutrición, un objetivo de la asignatura Estadística es dar herramientas para analizar datos, competencia necesaria para el Trabajo Final de la carrera. Por la distancia entre ambos, graduados reconocieron obstáculos en este último debido a olvidos de las técnicas estadísticas. Con esta propuesta se trató de promover aprendizajes significativos implementando un ensayo de investigación, que permita al estudiante desarrollar habilidades argumentativas y promover su actitud científica. La experiencia se llevó a cabo en grupos, usando la Guía de lineamientos establecidos para el Trabajo Final y como eje de estudio la *Alimentación y Nutrición*. Se implementaron espacios extra de consulta, manejo de software y una clase final de debate conjunto. Con esta forma de trabajo se pretendió formar estudiantes críticos y promover prácticas docentes en pro de ello.

Palabras clave: estadística; Interdisciplinariedad; enseñanza por proyectos; TIC.

Introducción

La Estadística es una ciencia y herramienta que permite confrontar diferencias y evaluar la incertidumbre proveniente de la naturaleza probabilística de las Ciencias Experimentales. Según Ottaviani (1998), su estudio ayuda al desarrollo personal, fomentando un razonamiento crítico, basado en la valoración de la evidencia objetiva.

En los estudiantes de grado se requiere con ella desarrollar la habilidad de analizar, interpretar y juzgar información con el fin de formar estudiantes críticos con actitud científica. La carrera de Licenciatura en Nutrición de la Universidad Nacional del Litoral, está planificada con una duración de cinco años; siguiendo un sistema escalonado de contenidos, establecido bajo un sistema de correlatividades, donde Estadística es considerada una asignatura del ciclo básico que aporta saberes generales e indispensables para poder acceder a asignaturas específicas en los siguientes años.

En este contexto, nos encontramos con una brecha temporal, donde los conceptos estadísticos se abordan en el segundo año de la carrera y su aplicación práctica principal se da en el último año de esta a través de la realización de un Trabajo Final o Tesina de Grado requerido para la obtención del título. Esto se observa como una problemática para el alumnado ya que los saberes estadísticos, en general, no se vuelven a aplicar en otras asignaturas hasta el último año (quinto año), deviniendo en numerosas consultas al momento de desarrollar sus trabajos finales referidas a técnicas estadísticas y manejo de software.

En el marco de una cultura cibernética no podemos pasar por alto que la formación académica y curricular debería estar orientada a incorporar el uso de las computadoras a los fines de favorecer la integración de las futuras generaciones a una sociedad cada vez más digitalizada(Cabero Almenara, 2007).

Por tales motivos, en el año 2017 en el dictado de Estadística se implementó un proyecto de innovación curricular con abordaje interdisciplinario, que permita al estudiante, a partir de la experiencia, desarrollar habilidades argumentativas, promover una actitud científica y generar instancias prácticas con uso de herramientas informáticas, con el objeto de promover aprendizajes significativos.

Según Ausubel (1963) el aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende.

Cobran entonces un papel primordial la enseñanza por proyectos y la experimentación con fenómenos aleatorios de problemas contextualizados, ya que éstos favorecen la motivación de los alumnos, un elemento indispensable para promover estos aprendizaje (Batanero, 2001). López (2012) y Chávez, Martínez y Cano (2014) consideran que una estrategia didáctica que implique el abordaje de un problema significativo del contexto disciplinar investigativo, social, laboral o profesional y que tengan una estructura del tipo de proyecto de estudio o investigación, contribuye a formar una o varias competencias del perfil del futuro egresado.

En este sentido, la enseñanza por proyectos permite a los alumnos elegir un tema de su interés en el cual precisan definir los objetivos, elegir los instrumentos de recogida de datos, seleccionar las muestras, recoger, codificar, analizar e interpretar los datos para dar respuesta a las preguntas planteadas; introduciendo a los alumnos en la investigación. En ellos la Estadística cobra importancia como herramienta para el análisis de datos, obtención e interpretación de resultados; lo que obliga al alumno a comprender significativamente sus conceptos para poder aplicarlos correctamente en el proyecto.

El objetivo de este trabajo es relatar la experiencia de innovación curricular realizada en el dictado de la asignatura Estadística y presentar los resultados obtenidos.

Metodología de la experiencia

La experiencia se realizó con los 100 alumnos cursantes en el segundo semestre del año 2017 de la asignatura Estadística. Se trabajó en grupos de hasta 5 alumnos. Cada grupo debía formular un Proyecto de Investigación siguiendo los lineamientos establecidos en la materia Metodología de la Investigación para la elaboración del Trabajo Final. Los temas abordados fueron seleccionados de la asignatura Introducción a la Nutrición Humana y los objetivos de cada trabajo fueron elaborados por cada grupo con apoyatura de las Licenciadas en Nutrición, docentes de la asignatura estadística. De esta manera se garantizó la necesidad de emplear en ellos las técnicas estadísticas que se irían enseñando semanalmente en cumplimiento del temario previsto en la Planificación de la materia. Se realizaron encuentros semanales de consultas, asesoramiento y seguimiento de los grados de avances, por medio de entregas escritas –que eran evaluadas en conjunto por el equipo docente–, conforme los alumnos adquirían, a través del desarrollo del tema en clases, las herramientas para resolver las distintas cuestiones en concordancia con los objetivos del proyecto; los cuales se plantearon en orden correlativo según el cronograma temático. Estos encuentros fueron llevados a cabo con todos los docentes de la cátedra, en horarios extras a los correspondientes a los de clases de teoría o práctica contemplados en el dictado cuatrimestral. Se les enseñó a manejar el programa InfoStat, en cuanto a cargar datos, aplicar las técnicas resolutivas e interpretar las salidas de los resultados obtenidos.

Los esfuerzos se focalizaron al proceso de investigación cuantitativa y las actividades se llevaron a cabo dentro de la Facultad perteneciente.

El esquema de trabajo para los alumnos consistió en tres etapas: 1) selección del tema de interés, formulación de objetivos, búsqueda de antecedentes bibliográficos y elaboración del marco teórico, operacionalización de las variables, selección de la muestra, diseño y aplicación de encuestas; 2) Sistematización y procesamiento de los datos a través de software: planilla de cálculo y software estadístico (InfoStat), análisis de los mismos, interpretación y arribo a conclusiones acordes a los objetivos; 3) Elaboración de Informe de proyecto y exposición grupal del mismo en un encuentro abierto a la comunidad educativa involucrada en la actividad. Este espacio se constituyó como instancia de debate con la mirada puesta principalmente en el análisis estadístico de los datos, valorando la información obtenida, discutiendo los resultados, la fiabilidad de los datos, el procedimiento de recopilación y los criterios que argumentan los resultados obtenidos, haciendo hincapié en la rigurosidad científica de las conclusiones. Esta última etapa, se concibió como una construcción de aprendizaje de forma dialógica, entre los estudiantes y docentes con estudiantes, resultando a su vez, en una etapa valorativa de los mismos. En esta oportunidad, a cada disertante del grupo se le realizó una pregunta significativa sobre la técnica estadística empleada en el análisis de datos y se evaluó la respuesta del alumno en términos de la comprensión del concepto involucrado, su aplicabilidad en el caso y su aporte en la conclusión.

La realización de esta actividad se consideró como obligatoria para obtener la condición de alumno regular en la asignatura.

Al finalizar el cuatrimestre se le realizó al alumnado una breve encuesta de opinión sobre la experiencia. También se analizaron cuantitativamente los indicadores: porcentajes de aprobación de los exámenes parciales y de promoción directa, para compararlos con los obtenidos en el semestre anterior de dictado de la asignatura sin la implementación de esta experiencia.

Resultados y discusión

La encuesta de opinión de los estudiantes revela resultados positivos en la mayoría de los aspectos consultados que se muestran en la Figura 1.

El análisis de las condiciones alcanzadas por los alumnos que participaron de esta experiencia reveló que hubo un mayor porcentaje de estudiantes promocionados directos y regulares (88%

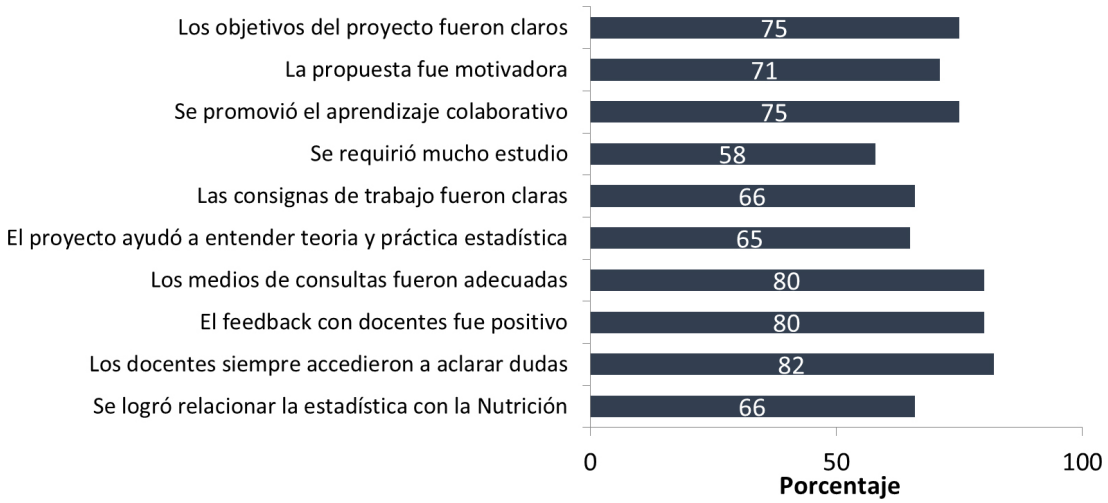


Figura 1. Porcentajes de acuerdo de los aspectos evaluados en encuesta de opinión

versus 82%) y un menor porcentaje de libres o abandono (12% versus 18%). No obstante, es de hacer notar que fue menor el porcentaje de alumnos que sólo promocionaron en el año 2017 (37 % versus 60%). Esto se debe a que para alcanzar esta condición (promoción equivalente a aprobación sin examen final) las exigencias fueron mayores en el año 2017 (aprobación de exámenes parciales teórico-prácticos más la presentación del proyecto) mientras que en el año 2016 la promoción se alcanzaba con sólo la aprobación de exámenes parciales teórico-prácticos. A pesar de esto, la opinión de los estudiantes alienta a seguir mejorando esta propuesta didáctica, tanto en técnicas, contenidos, cronograma y carga horaria destinada a la realización de la misma.

El uso de medios virtuales (entorno virtual, correo electrónico, etc.) para realizar consultas fueron prioritarios, respecto de las clases de consulta presenciales, las cuales no contaron con la convocatoria esperada. Este comportamiento responde a la problemática de falta de tiempo y las numerosas asignaturas que cursan de manera paralela, expresada por la mayoría de los educandos. Facilitar estos medios virtuales de comunicación permitió el alcance de los objetivos de aprendizaje.

La evaluación final fue una instancia más de aprendizaje colaborativo, donde cada estudiante aportó y construyó a través de una mirada crítica de los proyectos**.**

Conclusiones y reflexiones finales

El seguimiento continuo de los equipos de trabajo dio indicios, por medio de las reflexiones y dudas que iban surgiendo, que enseñar Estadística a través de proyecto ayudó a abordar de una manera más dinámica los saberes y permitió reforzar ciertas competencias que se pretendían desarrollar en los alumnos.

Murray y Gal (2002), en consonancia, aseguran que el trabajo con proyectos promueve la comprensión, interpretación y reacción frente a la información estadística, como así también las habilidades lingüísticas, conocimiento del contexto, capacidad para plantear preguntas y una postura crítica apoyada en un conjunto de creencias y actitudes. Esto se observó en cada uno de los avances entregados del proyecto.

El énfasis en la interdisciplinariedad beneficia además los programas académicos, al conseguir que el aprendizaje gane en significatividad y funcionalidad, favoreciendo la comprensión de los contenidos y logrando que el estudiante dé sentido a su aprendizaje y alcance una óptima formación en competencias, hecho que se evidenció con los resultados obtenidos en los exámenes.

Esta metodología puede contribuir a aumentar la motivación y modificar la actitud del estudiante hacia la Estadística, de modo que perciban su utilidad en el ámbito de los estudios sobre Nutrición.

No obstante, todas las ventajas mencionadas están acompañadas del gran esfuerzo que entraña el abordar la enseñanza desde una perspectiva cooperativa interdisciplinar. Se requiere para el logro de los objetivos la participación activa de los educadores, quienes deben actuar como gestores del conocimiento y del medio para que el alumno pueda progresar en su aprendizaje. Además, realizar innovaciones educativas requieren de revisión continua para planear acciones futuras como: supervisar y elaborar un diario de campo donde se mencionen los obstáculos y los factores no previstos, proporcionar una retroalimentación sobre las discrepancias y las variaciones a lo largo del desarrollo del proyecto para realizar ajustes al mismo y mejorar así también las prácticas docentes.

Si hacer ciencia implica discutir, razonar, argumentar, criticar, justificar ideas y dar explicaciones, la enseñanza de la ciencia debe implicar todas estas acciones, procurando alumnos activos.

El proyecto desarrollado permitió disparar preguntas en los alumnos que los habiliten a aproximarse a un pensamiento crítico propio de un investigador. Esta primera experiencia nos abrió las puertas a repensar las prácticas pedagógicas y didácticas y las metas educativas como docentes universitarios.

Esta propuesta enfatiza la importancia del trabajo interdisciplinario para mejorar la actitud del educando hacia la Estadística y el uso de las TIC como herramienta de apoyo en los procesos estadísticos, puntualizando en la motivación que se busca que los estudiantes experimenten por investigar y resolver problemas, en forma cooperativa, ejerciendo juicio crítico en el análisis de la información.

Referencias bibliográficas

Ausubel D. (1963). *Psicología del aprendizaje verbal significativo*. Grune & Stratton. Nueva York.

Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística. Disponible en: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/matematica/material/referencias/didacticaestadistica.pdf

Cabero Almenara, J. (2007). Las necesidadesde las TIC en el ámbito educativo: Oportunidades, riesgos y necesidades. Revista en línea: *Tecnología y Comunicación Educativas. Año 21, No. 45.* Disponible en: http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/45/articulo1.pdf

Chávez, A., Martínez, M., & Cano, R. (2014). Proyectos integradores como estrategia didáctica para fortalecer las competencias de aprendizaje en los estudiantes del Instituto Tecnológico de Colima. *Casos y experiencias compartidas en las ciencias 2014, 199-203*.

López Rodríguez, N. (2012). *El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socioformativo*. México: Gafra Editores.

Murray, S. y Gal, I. (2002). Preparing for diversity in statistics literacy: Institutional and educational implications. En B. Phillips (Ed.). ICOTS-6 papers. Cape Town: International Association for Statistics Education.

Ottaviani, M.G. (1998). Developments and perspectives in statistical education. Ponencia invitada en la Sesión: Statistics for Monitoring Educational Systems. Publicado en Proceedings of the Joint IASS/IAOS Conference. Statisticsfor Economic and Social Development.

Experiencia del vídeo y las anotaciones como recurso educativo para la identificación de elementos de argumentos e investigaciones científicas

Daniel Cebrián-Robles[1], Natalia Quero-Torres[2] y Rafael Pérez-Galán[2]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales; [2] Departamento didáctica y organización escolar. Universidad de Málaga

dcebrian@uma.es

Resumen

La argumentación científica es uno de los retos que actualmente está creciendo más en las investigaciones sobre la didáctica de las ciencias. Las nuevas tecnologías permiten apoyar en este cometido gracias a la recogida de datos y la posibilidad de trabajo colaborativo entre los estudiantes y el profesor. En este trabajo se presenta una primera actividad piloto de uso de anotaciones de vídeo documental para trabajar la argumentación científica sobre la danza en zig-zag del pez espinoso descubierta por Tinbergen. Los estudiantes mediante cinco etiquetas tienen que identificar la pregunta, prueba, hipótesis, conclusión y justificación de la investigación mostrada en el vídeo. Esta herramienta permite ver los focos de atención que tienen los estudiantes frente a un vídeo con contenido científico.

Palabras clave: argumentación, investigación científica, vídeo, anotaciones.

Introducción

Existe un crecimiento en el número de trabajos científicos que recogen la argumentación científica como principal elemento de estudio (Henderson, McNeill, González-Howard, Close, & Evans, 2018). Desde la didáctica de las ciencias experimentales se considera además uno de los ejes principales (Duschl & Osborne, 2002; Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008). Esta importancia se ve reflejada en programas de evaluaciones que persiguen medir, entre otras variables, el razonamiento científico, como el programa PISA, de origen europeo (OECD, 2006) o internacionales como TIMSS (Acevedo-Díaz, 2005). Para que las competencias en argumentación puedan ser adquiridas en la etapa de formación obligatoria, es necesario que exista un conocimiento y formación por parte del profesorado. Diversos estudios reconocen la necesidad de formar a maestros de primaria y secundaria en formación y en ejercicio en estas competencias (Lehesvuori et al., 2017; McNeil & Knight, 2013).

Una de las carencias que más se destacan en la construcción de argumentaciones y que menos se está desarrollando desde los centros educativos es la aportación de pruebas a los argumentos (Iordanou & Constantinou, 2014). Según la progresión de aprendizaje de la competencia en la argumentación científica propuesta por Osborne, Henderson, MacPherson, Szu, Wild y Yao (2016), es necesario comenzar con la construcción e identificación de los elementos esenciales de un argumento: las conclusiones, las pruebas y las justificaciones (Jiménez-Aleixandre, 2010). La identificación de las pruebas y las justificaciones suponen un esfuerzo cognitivo superior (Cebrián-Robles, Franco-Mariscal, & Blanco-López, 2018). Por ello, es importante disponer de recursos para trabajar en el aula la identificación de estos elementos de argumentación.

El vídeo puede ser uno de los recursos usados, no solo para identificar elementos de un argumento, sino para motivar hacia la ciencia utilizando el cuento dramático como elemento de seducción (Jaramillo-Hoyos, 2005). Muchos de estos vídeos se usan para identificar discusiones o debates y analizar las transcripciones de prácticas o simulaciones orales, y evaluarlas (Karışan, Tüzün, & Zeidler, 2017). En este sentido, las anotaciones que se hacen sobre un vídeo puede ser un potente complemento que permita extrapolar las ventajas conocidas sobre las anotaciones de texto a otros formatos multimedia, al mejorar significativamente el aprendizaje de los estudiantes en la lectura comprensiva y la metacognición (Johnson, Archibald, & Tenenbaum, 2010). El uso de vídeo como elemento colaborativo permite, además, potenciar el aprendizaje de los estudiantes, pues permite reflexionar y refutar las aportaciones de los compañeros entre pares (Cebrián-de-la-Serna, Bartolomé-Pina, Cebrián-Robles, & Ruiz-Torres, 2015).

En este trabajo se pretende aunar el recurso del vídeo con las anotaciones para permitir crear una actividad que desarrolle la identificación de los elementos esenciales de un argumento, niveles 0 y 1 según la progresión de aprendizaje de la competencia en la argumentación científica propuesta por Osborne et. al (2016). Se muestra una metodología de trabajo con las anotaciones de vídeo que compara las anotaciones generadas por el profesor con las originadas por los estudiantes sobre un vídeo para la identificación de los elementos de los argumentos e investigaciones científicas.

La herramienta CoAnnotation para realizar las anotaciones

El grupo de investigación en el que se encuentran los autores del trabajo ha realizado el desarrollo y mantenimiento de una plataforma *coannotation.com* que permite agregar vídeos de internet para ser anotados. Esta plataforma es de uso gratuito y de código libre, por lo que puede ser utilizada en múltiples experiencias para visualizar vídeos y hacer anotaciones colaborativas. Lo más interesante es que se permite realizar etiquetas para clasificar las anotaciones y de manera dinámica visualizar dónde se concentran los focos de interés de un vídeo. Estas anotaciones pueden ser exportadas a hojas de cálculo para hacer análisis cualitativos.

Un panel, como el de la figura 1, permite mostrar todas las anotaciones que se han hecho sobre el vídeo con barras amarillas que representan el fragmento de vídeo subrayado. Al pasar el ratón por encima es posible identificar el texto con el que se ha comentado el fragmento de vídeo.

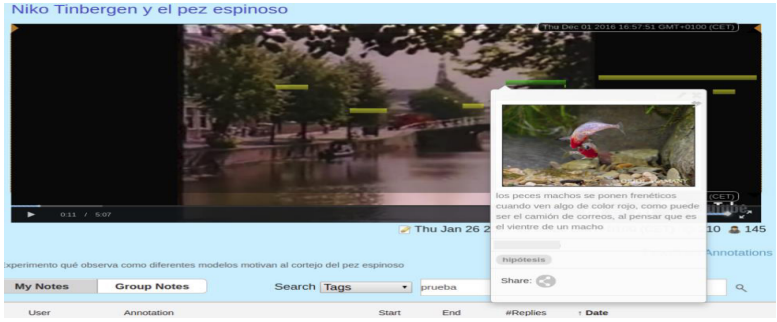


Figura 1. Visualización de las anotaciones por un estudiante sobre el vídeo del pez espinoso

En la misma figura 1, en la parte inferior, se puede ver que existe un buscador de anotaciones según las etiquetas, autoría de la anotación y el propio comentario del fragmento citado. De esta manera, podemos ajustar la visualización y obtener un resultado inmediato y dinámico de los datos.

Un último botón de estadísticas nos permite ver dónde está la concentración de las anotaciones según la búsqueda que hayamos realizado, véase la figura 2.

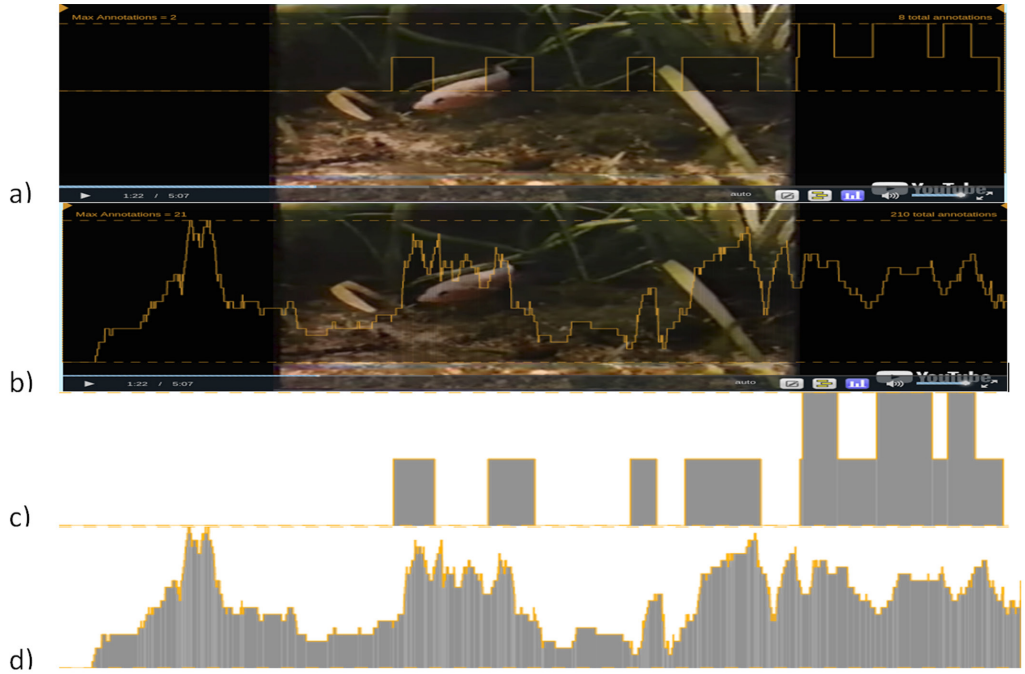


Figura 2. Estadísticas de la concentración de anotaciones de las partes de interés:
a) y c) presentada por el profesor; b) y d) presentada por los estudiantes

La figura 2 presenta con las letras a) y b) cómo se vería en la plataforma online la concentración de anotaciones en el vídeo, mientras que las letras c) y d) son las mismas gráficas, pero extraídas del vídeo para facilitar la visualización de dichas gráficas. En el eje de ordenadas se representa el número de anotaciones y en el eje de abscisas está representada la línea temporal del vídeo.

Actividad de visualización del vídeo y creación de anotaciones. El pez espinoso

La actividad de las anotaciones sobre vídeo se realizó con un grupo de 47 maestros y maestras del Grado de Infantil en formación dentro de la asignatura *Hacia una escuela inclusiva: Modelos y prácticas* de segundo curso de formación básica en la Fundación María Inmaculada de Antequera, adscrita a la Universidad de Málaga. Estos estudiantes durante la asignatura había recibido una formación sobre cuáles eran los elementos esenciales que presenta un argumento según el modelo de Toulmin (1958) y cómo se realiza una investigación en ciencias.

La actividad se hizo durante una sesión de dos horas. En la primera parte de la sesión se realizó la proyección de un vídeo sobre la experiencia del científico Tinbergen (1952) y su descubrimiento sobre la curiosa danza que realiza el pez espinoso cuando ve a una hembra en celo. Este vídeo documental está subido de forma pública a un canal de YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=kpkhl3fzNVM). El vídeo comienza contando la observación que tuvo Tinbergen cuando dejaba la pecera de su casa enfrente de la ventana y pasaba el cartero con un camión rojo. En este momento, los peces se volvían frenéticos, como cuando las hembras estaban en celo y había varios machos en la pecera. Esta observación le llevó a hacer una serie de experimentaciones con diferentes modelos de cera. Realizó tres modelos: unos con la forma de la hembra cargada de huevos; otros con el aspecto de un macho en celo con el vientre de color rojizo; y otro con el pez espinoso en su estado normal. La experiencia finaliza con una serie de conclusiones como: que los machos en celo se ponen con un color rojizo, y al estar rodeados de otros colores de igual tonalidad, los ponía frenéticos como cuando pasaba el camión rojo delante de su pecera; o que los machos cuando ven a una hembra cargada de huevos realizan una danza a la que denominó *danza en zig-zag.*

Una vez que todos los estudiantes habían realizado la visualización del vídeo, debían de usar la herramienta https://coannotation.com para realizar las anotaciones. Se debía de subrayar los fragmentos donde se encontraban las respuestas a una serie de preguntas que interesaba identificar. Las etiquetas que se establecieron para realizar la actividad tenían relación con las preguntas que se les quería hacer sobre el vídeo:

1. Identifica todas las preguntas de investigación que se plantean en el vídeo
2. Identifica todas las pruebas de investigación que aparecen en el vídeo
3. Identifica todas las hipótesis que se plantean en el vídeo
4. Identifica todas las conclusiones a las que llega el narrador del vídeo
5. Identifica todas las justificaciones que plantea el científico en el vídeo

Tabla 1. Respuestas correctas y ejemplos de respuestas incorrectas y acertadas por estudiantes

Etiquetas	Respuesta correcta	Ejemplo respuesta alumnos y alumnas (1. equivocada, 2. correcta)
Pruebas	1. El macho trata el modelo rojo como si fuera un rival y lo ataca en vez de producir la danza de cortejo 2. El macho trata con indiferencia a un pez que no tiene ni el vientre rojo de un macho ni el vientre redondeado de una hembra en celo 3. El macho realiza la danza en zig-zag cuando ve a un modelo de cera de una hembra embarazada	1. la coincidencia del paso del furgón rojo, como el vientre de un macho. 2. Cuando introducía una hembra con su vientre cargado de huevos observaba el cortejo del macho, lo llamaba la danza en Zig-Zag.
Hipótesis	1. La aparición de la hembra hace danzar al macho 2. Los peces machos se ponen frenéticos cuando ven algo de color rojo, como puede ser el camión de correos, al pensar que es el vientre de un macho	1. Cada uno limpia un trozo de acuario en el cual luego construye un túnel con algas. 2. El cortejo del macho, lo llamó la danza en zig-zag. Esa danza es para atraer a la hembra a su nido.
Conclusión	1. El pez espinoso tiene una danza de cortejo cuando ve a una hembra cargada de huevos y se vuelve frenético al ver a un macho de color rojizo	1. A cierta hora de la mañana, cuando pasa el camión se ponía frenético. 2. Al introducir una figura de cera con la forma de un pez hembra con el vientre cargado de huevos el pez macho interpreta el baile en zig-zag.
Justificación	1. El macho no presenta la danza en zig-zag cuando se encuentra con un modelo parecido a un macho ni cuando se introduce un pez no embarazada. Sin embargo, sí que presenta la danza cuando se introduce a una hembra cargada de huevos, por lo que el modelo influye en la danza de cortejo	1. Las sacudidas de la cabeza del macho contra la cola de la hembra le da la señal para poder después fertilizar los huevos en el nido. 2. A ciertas horas del día, los peces macho, desde la ventana, se ponían frenéticos, coincidiendo con el furgón de correos rojo, el mismo color de un pez macho. De ahí la explicación, el color rojo.

Las etiquetas que se establecieron finalmente con estas cinco preguntas fueron: pregunta, prueba, hipótesis, conclusión y justificación. Cada estudiante tenía que identificar el máximo número de etiquetas posible con estos focos de interés, véase la figura 1 como ejemplo de respuestas.

Las respuestas a esta actividad se recogen en la tabla 1, con ejemplos de respuestas de algunos estudiantes. En ella aparecen representadas las respuestas correctas en la segunda columna y en la tercera columna un ejemplo de respuesta acertada de un estudiante con la numeración 2 y un ejemplo de respuesta errónea con la numeración 1.

Se comparó la concentración de anotaciones en el vídeo de forma estadística para ver si la identificación que se había hecho estaba bien aportada por los estudiantes, véase la figura 2. En la figura 2a y 2c se muestran las partes de interés del vídeo según el profesor y en la figura 2b y 2d) se muestra la identificación de las partes de interés, según los estudiantes.

Uno de los aspectos que más le costó identificar al alumnado en el vídeo fue la pregunta de investigación "¿Cuáles eran los signos que le llevaban al macho a hacer la danza en zig zag o atacar?". Como podemos observar en la figura 2 d) el alumnado anotó sobre todo la primera parte del vídeo pensando que esa era la pregunta de investigación con anotaciones como: "¿cuáles eran las actuaciones de los peces?"; "¿En qué se convierten los machos en la temporada de cría?" o "¿Cuáles son las costumbres del pez espinoso?". La confusión estaba justificado al pensar que el vídeo comenzaría con la pregunta de investigación cosa que no era así, un poco más adelante el orador del vídeo explica que "Tinbergen estaba ansioso por descubrir la naturaleza de los signos que hacían un macho atacar otro y cuáles le llevaban a cortejar a una hembra".

Consideraciones finales

Esta actividad con coannotation.com permite mostrar una herramienta para visualizar los focos de interés sobre un vídeo y comparar las respuestas aportadas por los estudiantes con las del profesor. Se pretende motivar y mejorar la competencia de argumentación científica con el uso del vídeo y las anotaciones científicas. Con el vídeo del pez espinoso como prueba piloto de una investigación más amplia, se observa cómo el profesor debe de ser partícipe y guía de la actividad para concentrar la atención de los estudiantes en las partes del vídeo que considere de interés con contenido científico. En esta primera experiencia, se observó la dificultad que presentaban los estudiantes para identificar la pregunta de investigación frente a otros elementos como son las conclusiones, pruebas, hipótesis...

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por MINECO 2017.

Referencias bibliográficas

Acevedo-Díaz, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *2*(3), 282–301.

Cebrián-de-la-Serna, M., Bartolomé-Pina, A., Cebrián-Robles, D., & Ruiz-Torres, M. (2015). Estudio de los Portafolios en el Practicum: Análisis de un PLE-Portafolios. *Revista Electrónica de Investigación Y Evaluación Educativa*, *21*(2), 1–18.

Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, A. (2018). Preservice Elementary Science Teachers' Argumentation Competence: Impact of a Training Programme. *Instructional Science*, (Accepted). https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, *38*(1), 39–72.

Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in Science Education* (Vol. 35). Berlin: Springer.

Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., & Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(1), 5–18.

Iordanou, K., & Constantinou, C. P. (2014). Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. *Learning and Instruction*, *34*, 42–57.

Jaramillo-Hoyos, A. (2005). Vídeo argumental y educación en ciencias: una relación paradójica. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación Y Educación*, *13*(24), 121–128.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Barcelona: Graó.

Johnson, T. E., Archibald, T. N., & Tenenbaum, G. (2010). Individual and team annotation effects on students' reading comprehension, critical thinking, and meta-cognitive skills. *Computers in Human Behavior*, *26*(6), 1496–1507.

Karışan, D., Tüzün, Ö. Y., & Zeidler, D. L. (2017). Quality of preservice teachers argumentation in socioscientific issues context. *Journal of Human Sciences*, *14*(4), 3504–3520.

Lehesvuori, S., Hähkiöniemi, M., Jokiranta, K., Nieminen, P., Hiltunen, J., & Viiri, J. (2017). Enhancing Dialogic Argumentation in Mathematics and Science. *Studia Paedagogica*, *22*(4), 55–76.

McNeil, K. L., & Knight, A. M. (2013). Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Scientific Argumentation: The Impact of Professional Development on K–12 Teachers. *Science Education*, *97*(6), 936–972.

OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. (OECD, Ed.). Brussels: OECD.

Osborne, J. F., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(6), 821–846.

Tinbergen, N. (1952). The Curious Behavior of the Stickleback. *Scientific American*, *187*(6), 22–27.

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2003rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

"Need for germs" gamificación en fase beta basado en Moodle

Carlos de Paz[1], Luís José Míguez[1] y Concepción González[2]

[1]IES A Sardiñeira. A Coruña. cdepaz@edu.xunta.es. [2]EPAPU "Eduardo Pondal". A Coruña

Resumen

En aplicación de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento, se presenta la fase beta de un proyecto de gamificación sobre una plataforma Moodle para un entorno de enseñanza-aprendizaje utilizado como apoyo a la enseñanza presencial del módulo "Ensayos Biotecnológicos" enmarcado en el Ciclo de Grado Superior "Laboratorio de Análisis y de Control de Calidad" de la Familia Profesional Química.

Palabras clave: TAC, Moodle, gamificación, microbiología, FP.

Introducción

Se entiende por gamificación la metodología basada en la introducción de elementos y estrategias típicas de (video) juegos como elementos motivadores en entornos no relacionados con el juego. Si bien el concepto nace en el mundo de las producciones digitales (Deterding, Dixon, Khaled y Nacke, 2011), en los últimos años ha sido adoptado por el mundo de los negocios, del marketing, de la gestión corporativa, del bienestar y en ciertas iniciativas ecológicas (Dicheva, Dichev, Agre y Angelova, 2015). La gamificación también ha llegado a la educación, especialmente asociada a la utilización de tecnologías de la enseñanza y el aprendizaje (TAC). Existen buenas razones para gamificar un proceso de enseñanza-aprendizaje, entre otras, algunas de las que señala Borrás (2015) en sus "Fundamentos de Gamificación", como son la activación de la motivación, un aprendizaje más significativo, el compromiso con el aprendizaje y la vinculación del estudiante con el contenido, la generación de competitividad a la vez que cooperación y la promoción de la autonomía. Aunque ya existen buenas propuestas en todos los niveles, su presencia sigue siendo anecdótica. Además, muchas veces se trata de usos puntuales de herramientas o aplicaciones concretas en situaciones discretas, lo que pone en evidencia el alto grado de subjetividad y contextualización a la hora de definir "gamificación" (Deterding et al., 2011). Sin desmerecer ese tipo de uso, se entiende aquí en un sentido más global, tratando de implicar el proceso de enseñanza-aprendizaje en su conjunto.

En ese sentido, se partió de la estructura de un curso completo, creado en una plataforma Moodle y que venía siendo usado a lo largo de los cursos académicos previos como apoyo a la enseñanza presencial del módulo "Ensayos Microbiológicos" en el primer año del Ciclo Formativo de Grado Superior "Laboratorio de Análisis y de Control de Calidad".

Descripción del proyecto

En la formación profesional, particularmente, la optimización del tiempo de los estudiantes es crucial. En la formación de Técnicos de Laboratorio es deseable que el tiempo pasado en los laboratorios "sesiones prácticas", sea el máximo en contraposición a las horas de aula y "sesiones

magistrales". En ese sentido, la plataforma Moodle se utilizó para organizar todos los contenidos, que los estudiantes debían trabajar de forma autónoma previamente a la llegada al laboratorio, muy al estilo de la "clase invertida". De este modo, prácticamente todo el tiempo que los estudiantes pasan en el centro se dedica a "aprender haciendo", a poner en práctica y desarrollar las destrezas y habilidades que necesitarán en el ejercicio de su actividad laboral futura. Como resultado del trabajo en el laboratorio, se combinan algunas actividades individuales con otras muchas en las que el trabajo colaborativo es imperativo, que los estudiantes generen protocolos e informes que también son integrados en la plataforma a través de tareas, talleres, foros, bases de datos y otros módulos de actividades de Moodle.

Basándonos en la idea de que la motivación, la relevancia y el compromiso mejoran el aprendizaje y el rendimiento (Papp, 2017), se pensó en introducir la gamificación como elemento motivador y favorecedor del aprendizaje en el sentido de subsanar algunos problemas detectados como el bajo uso de la plataforma, en especial, previamente a las sesiones de laboratorio, la ejecución de tareas de forma mecánica en el laboratorio sin conocimiento de los fundamentos implicados, el desconocimiento de diversos aspectos debido a dejarse llevar por el grupo cuando se trabaja en equipo o el reparto poco equitativo de tareas en casos de trabajo cooperativo.

Secuenciación del proyecto:

Teniendo en cuenta que la programación del módulo favorece su adaptación, el primer trimestre se dedica al aprendizaje de las técnicas básicas, el segundo a técnicas avanzadas y aplicaciones en diferentes ámbitos y el tercero a la gestión de análisis de rutina de forma prácticamente autónoma, desde la toma de muestras a la emisión de informes. Es evidente el aumento progresivo de la dificultad; el planteamiento de esta secuencia como una sucesión de retos supone en sí mismo la introducción de una dinámica típica de los videojuegos.

Se comenzó por habilitar en Moodle el "rastreo de finalización", que permite establecer criterios para que cada actividad/recurso sea considerado como completado.

El diseño de las actividades se modificó, cuando fue preciso, para buscar escenarios que simulasen situaciones lo más reales posible; la formación profesional favorece enormemente este planteamiento.

El siguiente paso fue establecer, a través de restricciones, el acceso condicional a los recursos y actividades de forma que el completado de unos sirviese de elemento llave para la disponibilidad de otros.

Elementos de gamificación

Establecidos los parámetros indicados, se procedió a incluir los elementos de gamificación que se relacionan a continuación (entre paréntesis el bloque o módulo de actividad de Moodle implicado).

Almacén ('Stash')

Se trata de un inventario de elementos que los estudiantes deben ir recolectando y que se encuentran dispersos entre los contenidos del curso a modo de iconos gráficos o textos que desaparecen al clicar sobre ellos para pasar a formar parte de su "almacen". Estos elementos son también útiles para realizar restricciones de acceso; en ese sentido son aplicados para permitir el acceso a las entregas de determinadas tareas relacionando los requisitos reales necesarios en la realización de actividades en el laboratorio, ya sean instrumentales o de materiales y reactivos.

Puntos "de experiencia" y clasificación ('Level Up')

Es un sistema de puntuación asociado al uso de la plataforma. Los estudiantes van ganando puntos a medida que participan en el curso revisando contenidos, entregando tareas, realizando

cuestionarios, interviniendo en foros, realizando aportaciones a las bases de datos, etc. Cada vez que alcanza un número de puntos preestablecido sube un nivel, apareciendo una ventana emergente en el centro de la pantalla que muestra el emblema correspondiente al nuevo nivel, un mensaje informativo y una felicitación. Se puede configurar para que los alumnos vean la clasificación completa o sólo las puntuaciones más próximas.

Las distinciones, son en esencia, un archivo de imagen, pero lleva asociada información sobre a quién se ha otorgado, qué hizo para ganarla, quien se la otorga y cuando se emitió. Los estudiantes los reciben cuando consiguen un logro como puede ser superar determina secuencia de actividades.

Progreso ('Progress bar' y 'NED My progress')

Además de los indicadores presentes en cada tema asociados al rastreo de finalización, se incorporan dos módulos, uno a modo de barra y otro a modo de resumen, que informan al estudiante del estado de sus avances en el curso en términos de completado de recursos/actividades, incluyendo además si han sido superados o no (es posible completar una actividad sin que esté superada si así se ha establecido en las condiciones de completado para la misma).

Resultados y consideraciones didácticas

Desde el inicio del curso académico actual se viene utilizando la plataforma en un ambiente real con un total de 20 alumnos. La información de uso recabada por la propia plataforma será extraída a través del generador de informes de Moodle y de los bloques 'Analytics Graphs' y 'Use Stats'. También se realizarán encuestas a los estudiantes para recabar sus opiniones en relación a la estrategia de juego y a los elementos de este aplicados. Se analizarán todos los datos para tratar de extraer conclusiones sobre el interés de la incorporación de estrategias de gamificación en aulas virtuales.

Un aspecto que está pendiente de desarrollo, es conseguir una estética más acorde a un sistema gamificado sin que ello suponga reducir la usabilidad del entorno.

Todo juego se basa en unas reglas; por su parte, el trabajo en el laboratorio impone unos patrones de conducta relacionados tanto con la seguridad como con el orden que requiere el uso de espacios comunes. El curso incorpora actualmente información al respecto, pero se pretende que se integre mejor en la metodología que aquí se expone al estilo 'reglas del juego'.

A la hora de escribir la presente comunicación, la versión de trabajo de la plataforma es 3.1. Se espera, con la actualización a la versión más reciente, prevista para julio del año en curso, implementar el bloque 'Ranking' y contribuir a un universo estadístico mayor que puedan ampliar los estudios de Furdu, Tomozei, y Köse, 2017). Igualmente, se continúa investigando la aparición de nuevas herramientas de gamificación en el sitio web oficial moodle.org.

Referencias bibliográficas

Borrás Gené, O. (2015). *Fundamentos de la gamificación*. Gabinete de Tele-Educación. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: http://oa.upm.es/35517/1/fundamentos de la gamificacion_v1_1.pdf

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. En H. Kärkkäinen (Organizador), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. Tampere, Finlandia DOI: https://doi.org/10.1145/2181037.2181040

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education : A Systematic Mapping Study Gamification in Education. *Educational Technology & Society*, *18*(June), 75–88. DOI: https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826129.

Furdu, I., Tomozei, C., & Köse, U. (2017). Pros and Cons Gamification and Gaming in Classroom. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, *8*, 56–62.

Glover, I. (2013). Open Badges: A Visual Method of Recognising Achievement and Increasing Learner Motivation. *Student Engagement and Experience Journal*, *2*(1):1-4. DOI: https://doi.org/10.7190/seej.v1i1.66

Hernández Limón, O., González García, L. G., & Zambrano Izquierdo, D. de J. (2015). Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje aplicando principios de gamificación. In *Encuentro Internacional de Educación a Distancia* (Vol. 4). Universidad de Guadalajara. Recuperado de: http://www.udgvirtual.udg.mx/remeied/index.php/memorias/article/view/225

Papp, T. (2018). The impact of gamification on students' extrinsic and intrinsic motivation. En *Pixel International Conferences (Ed.) The Future of Education*. Florence, Italia. Recuperado de: https://conference.pixel-online.net/FOE/files/foe/ed0007/FP/3607-ICL2320-FP-FOE7.pdf

Yee, K. (2013). Pedagogical Gamification: Principles of Video Games That Can Enhance Teaching. *To Improve the Academy*, 32: 335–349.

Revisión bibliográfica de prácticas y metodologías didácticas para la enseñanza de la energía en Educación Primaria

Héctor Morillas, Ana Zuzuarregui y Josu Sanz

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco. Donostia-San Sebastián

hector.morillas@ehu.eus

Resumen:

A lo largo de todo el ciclo educacional en estudiantes de Primaria se vienen trabajando diversas metodologías. Así, en diferentes trabajos de innovación docente se han desarrollado metodologías para mejorar los conceptos de los estudiantes en torno a la materia de la Energía. De esta manera, a lo largo de los últimos 5 años diversos autores han trabajado sobre la utilización de herramientas innovadoras para mejorar y potenciar estos conceptos, como pueden ser a través de la indagación científica, aprendizaje constructivista, etc. De esta manera, la materia de la energía dentro de la amplitud de la misma y de las numerosas submaterias que se imparten, es ciertamente compleja. En este trabajo de revisión bibliográfica, se presentarán los trabajos más relevantes a nivel nacional de los últimos 5 años para estudiantes de primaria y estudiantes del Grado de primaria.

Palabras clave: Métodos didácticos; revisión bibliográfica; energía; indagación científica.

Introducción

La energía como materia aparece en todos los ciclos de la etapa de Educación Primaria. En el ámbito específico de su didáctica, el conocimiento de las ideas previas tanto de los alumnos como el profesorado en formación y en ejercicio ha sido uno de los temas tratados por diferentes grupos de investigación (Arillo et al., 2013). Diversos autores afirman que la introducción del concepto de energía podría darse abordando problemáticas socio-ambientales, poniendo en valor el papel de la ciencia y tecnología en su resolución (García-Ruiz, Maciel y Vázquez, 2014) y fomentando en los alumnos una conciencia clara sobre la problemática de la energía y el papel de los individuos y la sociedad al completo para su correcto cuidado (Raviolo, Siracusa y Herbel, 2000).

Existen diferentes corrientes de investigación en cuanto a los conceptos y competencias necesarias que el alumnado debe adquirir. Por un lado, encontramos la secuencia 'clásica' en la que el temario se desarrolla a partir de la idea cualitativa en que la energía es la capacidad de los sistemas para producir cambios. Una vez entendido el concepto, se trabajan las características de la misma: formas y fuentes de energía, transformación y transferencia, conservación y degradación (Martínez Losada y Rivadulla, 2015). Por el contrario, hay autores que afirman que es necesaria una transformación de los contenidos y los modos de enseñar la energía para poder pasar de los conocimientos cotidianos que tienen los estudiantes a la formación científica que deben adquirir al finalizar las asignaturas de ciencias (Millar, 2015). Tal y como argumenta el autor, al introducir dos pequeños cambios —depósitos de energía en lugar de tipos de energía y caminos de energía

en lugar de tipos de transferencia—, se produce una progresión mas continua y sencilla entre los conocimientos previos del alumnado, la forma cotidiana de entender la energía y los conocimientos científicamente correctos, derivando en un aprendizaje de la materia significativo e integral.

En cuanto a las estrategias didácticas propuestas para la impartición del tema de la energía, se han identificado diversas metodologías. En primer lugar, existen estudios en los que se afirma que la solución a este tema, a menudo abstracto, es la consecución de una propuesta disciplinar en la que se integren contenidos de formación científica (conceptuales y procedimentales) con contenidos didácticos y metodológicos, en escenarios hipotéticos que acerquen el tema a la realidad de los estudiantes de Educación Primaria (Hernández Abenza, 2008). Sin embargo, la gran mayoría de los autores se decantan por estrategias proyecto-constructivistas basados en actividades científicas escolares o pequeñas investigaciones ante un dilema o problema planteado (Bonil, Fortunado, & La Cueva, 2000; Rodríguez Marín & García Díaz, 2011). Este tipo de propuestas abogan por un aprendizaje cooperativo en el que las pequeñas investigaciones o ciclos de indagación planteen un problema o conflicto cognitivo en los alumnos. Al finalizar el proceso de aprendizaje, los estudiantes serán capaces de pensar científicamente con todo lo que esto supone, es decir, habrán trabajado diversas prácticas científicas como el trabajo indagatorio, la comunicación de explicaciones científicas, así como la construcción de modelos o la argumentación (Greca, Meneses, & Diez, 2017; Solís & López Lozano, 2015; García-Carmona y Criado, 2013).

Por último, y dada la repercusión que este tipo de estrategias está teniendo en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales, se puede destacar un trabajo en el que la enseñanza de la energía se plantea a través de la metodología de indagación orientada a la construcción de modelos a partir de las grandes ideas de la ciencia. De este modo los estudiantes son capaces de llegar a conocer el mundo a través de la experimentación y la indagación, aumentando la efectividad del proceso de aprendizaje (López-Gay, Jiménez Liso y Martínez Chico, 2015).

En una materia tan importante como la enseñanza y aprendizaje de la energía en educación primaria son pocas las revisiones bibliográficas que se han realizado. Hemos considerado necesario realizar un trabajo bibliográfico que pueda ofrecer una visión global del estado del arte, así como una perspectiva temporal de cómo ha podido evolucionar el tratamiento y enseñanza de la materia en estos últimos años. Para ello, se ha llevado a cabo una retrospectiva de los trabajos publicados en estos últimos 5 años en revistas especializadas en la didáctica de las ciencias experimentales (Enseñanza de las Ciencias, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Alambique y la Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias), especialmente enfocada en identificación de las temáticas tratadas, así como de las metodologías y prácticas científicas utilizadas.

Tipos de prácticas científicas y estrategias didácticas empleadas en la enseñanza-aprendizaje de la energía

En primer lugar, se ha analizado la manera de abordar la didáctica de la energía en función de los tipos y/o fuentes de energía y su relación con otros aspectos de la enseñanza reglada como la sociedad y la historia. Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica mediante buscadores tales como SCOPUS en lo que se pudo observar que en el período de tiempo indicado solamente se publicaron 23 artículos relacionados con la Energía. La figura 1 resume el campo de estudio de los artículos científicos publicados en los últimos años sobre la didáctica de la energía en Educación Primaria y Formación de Profesorado.

A la vista de los resultados del estudio, existe una clara tendencia en la temática de los trabajos de investigación, siendo la energía en la sociedad el eje fundamental de los trabajos publicados

en los últimos cinco años. En cierta manera, este hecho está fundado ya que una de las premisas a la hora de abordar la materia de energía debería de ser la interacción del estudiante con su entorno y su día a día para entender y comprender de una manera más lógica y sencilla/práctica el concepto de energía. A continuación, el otro tipo de trabajo que se impone sobre el resto es el de las publicaciones relacionadas con las energías renovables, relacionado directamente con el tipo de energías que pueden llegar a tener en el día a día de los estudiantes.

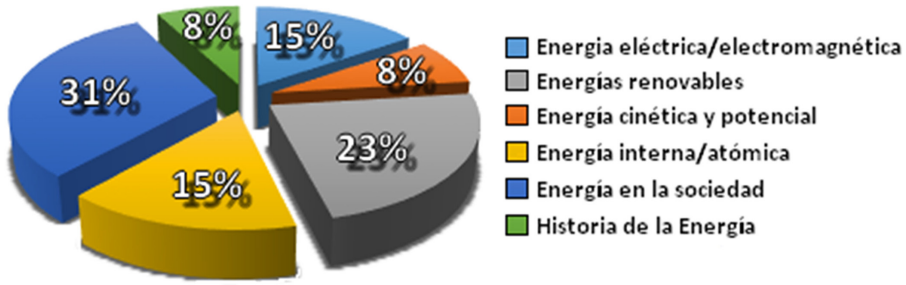


Figura 1. Gráfica de artículos científicos enfocados en la didáctica de la energía y sus tipos y/o fuentes en etapas de Primaria y Formación de Profesorado

En cuanto a trabajar y desarrollar conceptos como la energía cinética y potencial, existen métodos didácticos como la argumentación mediante la utilización de ejemplos, ilustraciones, analogías o metáforas, de tipo causa y efecto que se ha demostrado que ayudan al estudiante a comprender y asentar las bases de la materia (Fagúndez-Zambrano y Castells-Llavanera, 2012). Además, una estrategia tan consolidada como el aprendizaje constructivista, es una tendencia que se está implantando para el desarrollo de temáticas como energía eléctrica y/o electromagnética planteando al alumno problemas o situaciones de la vida real relacionados con la materia (Martínez-Aznar, Rodriguez-Arteche, Gómez-Lesarri, 2017).

Finalmente, cabe señalar que en ocasiones es igualmente importante conocer la historia de la materia de la energía en donde en ocasiones los alumnos cómo es lógico por otra parte poseen grandes carencias. El hecho de que la ausencia de una perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias, en general, y de la física y de la energía, en particular, ha generado una percepción global distorsionada de la Ciencia y los conocimientos científicos (Chade-Vergara et al. 2014). En cuanto al número de comunicaciones acerca de la energía cabe resaltar que observaron cómo desde el 2014 al 2016 éstas fueron aumentando progresivamente (2014: 25%, 2015: 48.1% y 2016: 50% respectivamente). Este dato resalta la importancia que les dan los alumnos a esta materia, teniendo en cuenta que las otras temáticas se relacionaban con las ciencias naturales: los seres vivos, las personas y la salud y el entorno y su conservación. Para el caso de la energía, también se debe extrapolar que se deben buscar siempre problemas reales y que el alumno se sienta motivado para encontrar soluciones a modo de ejemplo realista, reconociendo lo que está estudiando y aprendiendo pensando “eso lo conozco yo” (Delord, Porlan y Harres 2017).

Por esta razón, a la hora de poder realizar un planteamiento de cierto carácter interdisciplinar, otro enfoque al que por otro lado se le está dando un valor añadido, donde se potencian las comparaciones entre los efectos y las implicaciones de las diferentes fuentes de energía: energía primaria, vector energético y fuentes de energía renovable, energía solar, energía térmica y energía fotovoltaica. El hecho de poder plantear ejercicios comparativos, son aspectos que ayudan al alumnado a participar en la toma de decisiones argumentadas a la vez que trabajan la energía (Martín-Gámez et al. 2015).

En el ámbito de las estrategias y metodologías didácticas y tal y como han demostrado diversos autores, la indagación científica es una de las estrategias que mejores resultados ha aportado a

la enseñanza de las ciencias experimentales. Por esta razón, (Solé-Llussà et al. 2016) presentan un estudio relacionado con este tipo de investigación a lo largo de tres años (2014-2016), en el marco de congresos de ciencia para estudiantes de infantil y primaria en Catalunya, observando como en general las indagaciones realizadas por los estudiantes mostraban una estructura coherente con esta metodología, en donde se resaltaba su planificación para la investigación (Solé-Llussà et al. 2016). A pesar de ello, a su vez también mostraban mayores dificultades para presentar las ideas o explicaciones derivadas de su indagación. Otros autores evalúan los resultados de aprendizaje del tipo interdisciplinar en el que se tratan temáticas a priori un tanto opuestas como son la biología y la energía solar (Robledo-D'Angelo, 2017), planteando pequeñas prácticas sencillas como son desarrollar pequeñas biopelículas fototróficas pudiendo observar como la ecología microbiana depende sobremanera de la energía solar, de manera que a los alumnos se les intenta inculcar principios científicos basados en la observación en los que se les introduce en el marco teórico de la naturaleza de la luz como onda electromagnética, la cual puede transportar energía y puede ser absorbida por ciertos tipos de microorganismos necesaria para su crecimiento. Relacionado con esto, y como alternativas al uso de energía nuclear y uso de energías renovables, también se ha llevado a cabo estudios alternativos en donde los estudiantes pueden observar cómo es posible el uso de otro tipo de fuentes energéticas para el uso personal en el día a día. De esta manera, el uso controlado de bacterias consiguió observar cómo es posible producir CO_2 de acuerdo a las reacciones que se dan generalmente en la naturaleza y que están directamente relacionadas con la descomposición de la glucosa (Boronat-Gil, Gómez-Tena y López-Pérez, 2018). Como contrapunto al hecho de trabajar las energías con su concepto de renovable, a su vez, conceptos a priori complejos como pueden ser la energía nuclear para la producción de energía eléctrica, algunos autores concluyen que existe una gran similitud entre las carencias en cuanto a conceptos teóricos entre las ideas de alumnos y profesores en formación (Corbelle-Cao y Domínguez-Castiñeiras, 2015).

De esta manera, para la impartición de partes específicas de la energía eléctrica, una gran mayoría de los estudiantes podrían tener dificultades para explicar el balance de energía en los circuitos eléctricos de corriente continua y les es complejo identificar las magnitudes físicas que miden la cantidad de energía generada y consumida los circuitos (Guisasola, Garmendia , Montero y Barragués, 2012). Para ello se intentaría ampliar el modelo explicativo para todo el circuito eléctrico y se estudiarían de forma cualitativa las relaciones energéticas en la pila y entre la pila y el resto de los elementos del circuito. Para los estudios de energías internas o endotérmicas, presentes en diferentes reacciones químicas, los resultados encontrados por Furió-Gómez y Furió-Más (2016) muestran que, en el contexto de la termoquímica los estudiantes tienen dificultades conceptuales y epistemológicas a la hora de utilizar conceptos y principios como la energía interna y la entalpía, así como la primera ley de la termodinámica. A pesar de que este estudio se llevó a cabo con estudiantes con un nivel educativo superior, las ideas extraídas en este trabajo servirían para poder reevaluar las unidades didácticas en la Educación Primaria. Por esta razón, se plantea una perspectiva futura que consista en diseñar, implementar y evaluar secuencias de enseñanza de orientación socio-constructivista para paliar las carencias en la materia de energía.

Conclusiones

Tal como y como ha quedado demostrado tras en análisis bibliográfico realizado, y a pesar de ser uno de los temas principales de la enseñanza curricular, la energía y su didáctica no han sido objeto de numeroso estudios en la etapa de Educación primaria y Formación de Profesorado. A pesar de ello, esta materia parece seguir las directrices fijadas para otras áreas incluidas en las ciencias experimentales, en las que la enseñanza / aprendizaje mediante proyectos, investigación e indagación proporciona mejoras y ventajas tanto en la formación científica como en el desarrollo de capacidades analíticas y pensamiento crítico por parte del alumnado.

Referencias Bibliográficas

Arillo, M. Á., Ezquerra, Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., … San Martín, C. (2013). Las ideas «científicas» de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos (pp. 227–233).

Bonil, J., Fortunado, M., & La Cueva, A. (2000). ¿Qué hacemos con la energía? Una experiencia en el tercer ciclo de primaria. Aula de Innovación Educativa, *92*, 2–3.

Boronat-Gil, R., Gómez-Tena, M., López-Pérez, J.P. (2018). Diseño experimental de un sumidero de CO_2 y sus implicaciones en el cambio climático. Una experiencia de trabajo con alumnos en el laboratorio de Educación Secundaria, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(1) 1202.

Chade-Vergara, P.O. (2014). Superación de las visiones deformadas de las ciencias a partir de la incorporación de la historia de la física a su enseñanza, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11*(1), 34-53.

Corbelle-Cao, J., Domínguez-Castiñeiras, J.M. (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias*, *33*(3), 137-158.

Delord, G., Porlán, R., Harres, J. (2017). La importancia de los proyectos y redes innovadoras para el avance de la Enseñanza de las Ciencias: El caso de un profesor de la Red IRES, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14*(3), 653-665.

Fagúndez-Zambrano, T., Castells-Llavanera, M. (2012). La argumentación en clases universitarias de Física: Una perspectiva retórica, *Enseñanza de las ciencias*, *30*(2), 153-174.

Furió-Gómez, C., Furió-Más, C. (2016). Dificultades conceptuales y epistemológicas de futuros profesores de Física y Química en las explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos, *Enseñanza de las ciencias*, *34*(3), 7-24.

García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2013). Enseñanza de la Energía en la Etapa 6-12 años: Un planteamiento desde el ámbito curricular. *Enseñanza de Las Ciencias*, *3*, 87–102.

García-Ruiz, M., Maciel, S., & Vázquez, Á. (2014). La ciencia, la tecnología y la problemática socioambiental: secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *13*, 267–291.

Greca, I. M., Meneses, J. A., & Diez, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, *16*, 231–256.

Guisasola, J., Garmendia, M., Montero, A., Barragués, J.I. (2012). Una propuesta de utilización de los resultados de la investigación didáctica en la enseñanza de la Física, *Enseñanza de las ciencias*, *30*(1), 61-72.

Hernández Abenza, L. (2008). La enseñanza de la energía desde la óptica de la convergencia europea: Una propuesta. Didáctica de Las Ciencias Experimentales Y Sociales, *22*, 241–252.

López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R., & Martínez Chico, M. (2015). Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores *. *Alambique : Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, *80*, 38–48.

Martín-Gámez, C., Prieto-Ruz, T., Jiménez-López, A. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga, *Enseñanza de las ciencias*, *33*(1) (2015) 167-184.

Martínez-Aznar, M.M., Rodríguez-Arteche, I., Gómez-Lesarri, P. (2017). La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *14*(1), 162-180.

Martínez Losada, C., & Rivadulla, J. C. (2015). ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? Una propuesta para discutir ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, *79*, 17–24.

Millar, R. (2015). La enseñanza en materia de energía: desde los conocimientos cotidianos hasta la formación científica. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 8–16.

Raviolo, A., Siracusa, P., & Herbel, M. (2000). Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la Energía: Experiencia en la Formación de Maestros. *Enseñanza de Las Ciencias*, 79–86.

Robledo-D'Angelo, O. (2017). Biopelículas fototróficas, ¿qué longitudes de onda lumínica favorecen su desarrollo y diversidad? Ejemplo de enseñanza de fundamentos de ecología microbiana desde una práctica sencilla de laboratorio escolar, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14*(3), 647-652.

Rodríguez Marín, F., & García Díaz, J. E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? Investigación En La Escuela, *75*, 63–71.

Solé-Llussà, A., Aguilar-Camaño, D., Ibáñez-Plana, M., Coiduras-Rodríguez, J.L. (2018). Análisis de la comunicación de experiencias indagadoras presentadas en congresos de ciencias dirigidos a alumnos de educación infantil y primaria, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(1), 1302.

Solís, E., & López Lozano, L. (2015). Preocupaciones <<energéticas>> de los estudiantes de Magisterio. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, *79*, 49–57.

¿Qué necesita una planta para vivir? Una propuesta didáctica investigativa en Infantil

Mª de África Portillo Guerrero, Fátima Rodríguez-Marín, Lidia López-Lozano y Soraya Hamed Al-Lal

Departamento de Didáctica de las Experimentales. Universidad de Sevilla

afriportillo@gmail.com

Resumen

En la presente comunicación exponemos el diseño y experimentación de una propuesta didáctica centrada en el problema: ¿Qué necesita una planta para vivir? Esta experiencia fue llevada a cabo con niños y niñas de Infantil de 3 años del CEIP Olivar de Quinto (Montequinto, Sevilla) durante el último trimestre del curso 2015/2016. La propuesta se realiza en el marco del trabajo con el Huerto Escolar Ecológico que tiene este centro y se fundamenta, principalmente, en una metodología didáctica investigativa como medio para enseñar ciencias a los más pequeños. Mediante un estudio pre-postest se analiza la evolución en el conocimiento del alumnado acerca de las necesidades de las plantas del huerto.

Palabras clave: Huerto Escolar; plantas; infantil; metodología didáctica investigativa.

Introducción

El proyecto, en el marco del Huerto Escolar Ecológico (en lo sucesivo, HEE) del CEIP Olivar de Quinto (Montequinto, Sevilla), denominado ¿Qué necesita una planta para vivir?, se plantea como una problemática que surge de los intereses y motivaciones de un grupo de 26 niños y niñas de entre 3 y 4 años durante el curso 2015/2016.

El HEE de la clase de Infantil de 3 años, es uno de los recursos que se utilizaban en el aula como un espacio más en el día a día. Como nos indican algunos autores y autoras, con los que coincidimos, el HE es un recurso muy enriquecedor porque "promueve el aprendizaje mediante la experiencia", siendo "un espacio abierto donde alumnos y alumnas están en contacto directo con la tierra, la luz, el agua, las herramientas, las plantas y los animales" (Marín Gil, 2015, p. 46), y es "una práctica educativa compleja e inclusiva cuya finalidad consiste en el establecimiento de un sistema alimentario sostenible y coherente en la escuela y en la comunidad" (Fontich, Espinet y Llerena, 2013, p. 57).

Teniendo en cuenta estas premisas del huerto como recurso didáctico, y sin olvidarnos de la diversidad de problemáticas socioambientales locales y globales con las que nos encontramos, nos planteamos trabajar el huerto desde una perspectiva de educación para el decrecimiento (Rodríguez-Marín, Fernández Arroyo y García, 2015). Prestando, así, especial atención a los factores limitantes (agua y suelo) que son necesarios para ponerlo en marcha, de manera que se optimicen al máximo los recursos.

Tampoco podemos olvidar que la temática que abordamos acerca a niños y niñas a sus primeras experiencias sobre la ciencia, contribuyendo, en cierta medida, a su alfabetización científica. En este sentido coincidimos con Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo (2016):

> a) A los niños les divierte observar y pensar sobre la naturaleza; b) desarrollan actitudes positivas hacia la ciencia; c) la exposición temprana a hechos científicos hace que se entiendan mucho mejor los conceptos que estudiarán posteriormente; d) un uso adecuado de un lenguaje científico con estos niños influencia el desarrollo posterior de conceptos científicos; e) los niños son capaces de entender y razonar conceptos científicos; f) la ciencia es una eficiente manera de desarrollar el pensamiento científico. (p. 643)

Proyecto: ¿Qué necesita una planta para vivir?

En una asamblea surge el problema ¿Qué necesitan las plantas para vivir? ¿Necesitan agua, luz? ¿Mucha o poca? ¿De qué se alimentan?...

Tras estas primeras ideas nos planteamos trabajar en profundidad estas cuestiones como un proyecto en el que le damos un papel relevante a la investigación del alumnado.

Los objetivos concretos que nos marcamos son:

- Interesarse por la temática a investigar.
- Investigar, formular hipótesis, experimentar, acercarse al método científico.
- Aprender cómo crece una planta.
- Conocer los elementos que necesita una planta para vivir.
- Reflexionar sobre los recursos que se van a utilizar.

Aunque la pregunta principal la plantean los niños y niñas, las docentes establecen qué contenidos serían los más relevantes que se tendrían que llevar a cabo. A continuación, se presenta el mapa de problemas-contenidos que se trabajó:

Figura 1: Mapa de contenidos.

El papel de los niños y niñas y el Modelo de Investigación en la Escuela (García-Pérez, 2000) marca la secuencia de actividades (Tabla 1). Pese a que este modelo no está constituido por una secuencia fija de pasos, sí se pueden distinguir pautas necesarias y comunes que pueden ser concretadas en ciclos metodológicos (García, 2004a). Esta fue la propuesta de trabajo seguida:

a) ***Delimitación del problema.***
El punto de partida es la formulación de un problema que el alumnado debe escoger y resolver. Consideramos que tiene más sentido formular problemas que conecten con el alumnado y, a la vez, exijan el conocimiento que queremos enseñar para su resolución.

b) ***Primer tratamiento desde las ideas de los alumnos/as.***
Debemos conocer y tener en consideración cuáles son las ideas previas que el alumnado tiene sobre el problema que se ha planteado. Dichas ideas previas comúnmente se formulan a modo de hipótesis, para tratar de responder a dicho problema.

c) ***Aporte de información nueva y contraste de información.***
Es necesario aportar información desde fuentes lo más diversas posibles, que entren en confrontación con las ideas previas-hipótesis que el alumnado planteó en la etapa anterior. En esta etapa es muy importante que las actividades estén orientadas a ayudar a los estudiantes a abordar y superar, en la medida de lo posible, las dificultades de aprendizaje que detectemos.

d) ***Recapitulación y elaboración de conclusiones.***
Resultado de esa confrontación esperamos la reformulación de dichas ideas llegando a conclusiones plausibles. Para ello el alumnado debe llevar a cabo una labor de síntesis de lo aprendido.

e) ***Comunicación de lo aprendido.***

Evaluación de la propuesta

Para evaluar la experiencia, se analizaron las ideas de los niños y niñas en dos momentos claves –la asamblea inicial (act.1) y la final (act.6)– donde se plantearon las cuestiones que marcaban el desarrollo de cada una de las actividades. Las asambleas fueron grabadas y transcritas, presentando en este apartado las respuestas mayoritarias de los niños y niñas respecto a las preguntas planteadas. Con el registro de las respuestas dadas en ambos momentos nos ha permitido contratarlas e identificar la posible evolución en las mismas. A continuación, presentamos las principales ideas:

- Respecto a las necesidades de una planta, las ideas iniciales que presentaron fueron las siguientes: “Agua”, “Sol”, “Tierra”, “Lluvia”, “La semilla es para plantar” y “Garbanzos”. Y las ideas finales: **“**La planta necesita: agua, luz, tierra y una temperatura adecuada (ni mucho frío, ni mucho calor)”. En este caso observamos como pasan de nombrar elementos sin relación a los distintos elementos que son necesarios y de manera relacionada.
- En relación al agua que necesitan, inicialmente indicaban: “Mucha”, “Poquita”, “Muchísima”, “Solo un poquito y ya está”, mientras que al final: “Hay plantas que necesitan más agua, como las de nuestro huerto y otras que necesitan menos agua, como el cactus”, “Nuestras plantas necesitan que la reguemos todos los días un poquito”. En este caso, observamos también un cambio, debido a que al inicio no sabían decir si mucha o poca, y tras la intervención relativizan el concepto.
- Referente a lo que hay en el suelo, al inicio de la propuesta indicaban “tierra” y “plantas”, mientras que, al finalizar, nos indicaban que el suelo estaba formado por diferentes materiales como “palitos”, “hojas”, “plantitas”, “animales”, “paja”, “tierra”, “piedras” y “semillas”, siendo esta respuesta mucho más completa y compleja.
- Respecto a si las plantas necesitan el sol, todos contestaron al inicio que sí, aunque no indicaron demasiadas justificaciones. Sin embargo, al final dieron respuestas como: “Sí,

Tabla 1: Secuencia didáctica

PROPUESTA DIDÁCTICA	
Actividad 1: Conociendo sus ideas sobre los elementos que necesita una planta	10 min
Fase del modelo	Ideas Previas
Descripción:	Se plantea en la asamblea tras el trabajo en el huerto las siguientes preguntas: ¿cuánta agua necesita una planta?, ¿qué hay en el suelo?, ¿las plantas pueden morir de frío?, ¿y de calor?, ¿cuándo hace frío y cuándo calor?, ¿qué pasaría si no hubiera sol?
Actividad 2: ¿Cuánta agua necesita una planta?	120 min
Fase del modelo	Actividad de contraste para trabajar el agua
Descripción	Experimento: Se cogieron 3 vasos de plástico transparente, cada uno con una pegatina de un color (azul, rojo y amarillo). En el vaso azul plantamos una semilla en algodón con mucha agua. En el vaso con la pegatina roja plantamos una semilla en algodón y no lo regaremos. A la semilla del vaso amarillo le fuimos echando unas gotitas de agua cada día. Mantuvimos estas condiciones todos los días para poder comprobar el experimento. Los alumnos indicaros sus hipótesis: 4 niños/as indicaron que crecería en el vaso sin agua, 10 niños/as indicaron que con mucha agua y 10 niños/as con poca agua. Actividad: El cactus del desierto. Como ejemplo de una planta que necesita menos cantidad de agua les mostramos el video-cuento: "El cactus solitario"(https://www.youtube.com/watch?v=U6lYbfn7hQY) y se plantearon una serie de cuestiones: ¿qué ha pasado en el cuento?, ¿qué le pasaba al cactus?, ¿por qué no iban a visitar al cactus?,¿el cactus será una planta?, ¿crece?, ¿de dónde coge el agua?
Actividad 3: ¿Cómo es el suelo de nuestro huerto?	60 min
Fase del modelo	Actividad de contraste respecto al suelo
Descripción	Cortamos una sección de la tierra del huerto y la echamos dentro de una botella de plástico con agua, la movimos bien y dejamos reposar durante dos semanas. Tras este tiempo observaron las diferentes capas que se habían formado y por qué había ocurrido eso. Para familiarizarse más con este elemento, la tierra del huerto la fueron pasando por con un colador para ver las diferencias entre tierra fina y gruesa. Además, clasificaron los diferentes elementos que habían recogido del suelo en 5 grupos: piedras, palitos, paja, restos de plantas y otras cosas. Por último, los niños/as fueron tocando con los ojos cerrados cada uno de los elementos que clasificaron, para ver las texturas que presentaban e intentar adivinarlo.
Actividad 4: ¿Las plantas necesitan luz para crecer?	60 min
Fase del modelo	Actividad de contraste respecto a la luz
Descripción	Realizaremos un experimento que consistía en poner una maceta con una planta grande al sol, la mitad de la planta la tapamos con una caja con un agujero. Cuando vimos los resultados, encontramos la mitad de la planta verde y la otra mitad amarilla. Ellos indicaron que había sido porque no tenía luz, y surgió un debate sobre el día y la noche.
Actividad 5: ¿Las plantas pasan frío?	60 min
Fase del modelo	Actividad de contraste respecto a la temperatura
Descripción	Comenzamos con una asamblea en la que recordamos el cultivo de invierno y el de verano que se había realizado, y se les preguntaba ¿Por qué creéis que hemos plantado plantas diferentes en cada momento? Se continuaba el debate incorporando cuestiones relacionados con el calor o el frío que hacía en ese momento, el tipo de ropa que llevaban, cuando incorporaban el nombre de alguna estación del año se hacía hincapié en que la temperatura que hacía y su relación con las plantas que había cultivado ese año. Poco a poco con el debate llegaron a la conclusión que cada planta necesitaba unas condiciones y una temperatura adecuada para crecer y realizaron una lista de plantas que se podían plantar en otoño-invierno y otras de primavera-verano, basada en la experiencia que habían vivido.
Actividad 6: Las plantas necesitan…	60 min
Actividad de recapitulación y elaboración de conclusiones	Terminamos la secuencia haciendo una recapitulación de los elementos que necesita una planta para crecer y de la importancia de los mismos en la asamblea.

porque si no, no se ponen de color verde y se ponen amarillas "y "Si a la planta no le da el sol, no puede crecer".

- Respecto a la temperatura que necesitaban las plantas, al inicio de la intervención indicaban directamente que no "porque están enterradas en la tierra" y no identificaban las estaciones en las que lo habían hecho "frío, calor, navidad, vacaciones…". Sin embargo, al realizar la actividad, sus respuestas eran más relativas "si, las plantas pasan frío o calor y no se pueden dejar en un sitio muy frío o muy caliente", "algunas veces frío y otras calor". Indicaban las estaciones adecuadamente, y además identificaban las estaciones con plantas que necesitaban calor o frío.

Reflexiones tras la experiencia

De acuerdo con los objetivos planteados al inicio de la propuesta, podemos indicar que se ha llegado a la consecución de los mismos.

En cuanto a los contenidos conceptuales trabajados son semejantes a los encontrados en la escasa bibliografía sobre educación infantil existente, aunque la mayoría de las experiencias revisadas no realizan una secuencia teniendo en cuenta tantas variables. Aún así, coinciden nuestros resultados con los de Cañal (2008) en la identificación del agua como el principal componente del material necesario para que crezca una planta (por la importancia del riego diario). En relación con las concepciones que tienen del suelo, nos sorprende como niños de solo 3 años identifican en el suelo tanto elementos vivos como inertes, aspecto que se observa en estudios de estudiantes más mayores (Battista, Prieto, Blanco y González, 2001). Sin embargo, no se han podido trabajar ni los nutrientes del suelo ni la nutrición de las plantas debido a la complejidad de estos conceptos para su desarrollo cognitivo. Con relación a los contenidos procedimentales, la propuesta ha servido para adquirir habilidades manipulativas coincidiendo con Fernández y Rodríguez (2016). Los niños y niñas han trabajado con los diversos materiales ofrecidos, utilizando elementos pequeños como las semillas, midiendo cantidades de agua y observando diferencias en los tipos de tierra y elementos del suelo. Respecto a los contenidos actitudinales, se han mostrado interesados y curiosos con las actividades que se realizaban, se han manifestado cuidadosos y respetuosos con las plantas que se utilizaban y con los materiales.

En general, hemos comprobado cómo las actividades y experimentos realizados han motivado a los niños y su interés por realizarlas. Hemos iniciado los pasos de una investigación, formulando hipótesis, experimentando y comprobando resultados. De acuerdo con estos resultados, podemos decir que, a través de esta propuesta, hemos acercado a estos niños a la ciencia de una manera investigativa.

Referencias bibliográficas

Battista, T.; Prieto, T.; Blanco, A. Y González, F. (2001). Actividades para la iniciación del concepto de suelo. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 30, 55-66.

Cañal, P. (2008). Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Investi*gando los seres vivos*. Sevilla: Díada.

Fernández, R. y Rodríguez, L. (2006). Los pequeños de cuatro años en el rincón de ciencias: qué ven y qué dicen sobre el nacimiento de las plantas. *Alambique*, 49, 105-113.

Fontich, X., Espinet, M. y Llerena, G. (2013). La escritura en un proyecto de agroecología escolar: «La recuperación del huerto urbano». *Enseñanza-aprendizaje del discurso científico, 61*, 56-68.

García-Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociale*s, 207.

García, J.E. (2004a): *Educación Ambiental, constructivismo y complejidad*. Sevilla. Diada Editora.

Gómez-Motilla, C. y Ruiz-Gallardo, J.R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en la educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (3), 643-666.

Kaufman, M. (1995). Huertos, y más huertos: Investigando en la escuela infantil. *Investigación en la Escuela, 25*, 87-100.

Marín Gil, J. (2015). El huerto escolar: mágica fuente de conocimiento y sabiduría. *Aula, 239*, 44-47.

Rodríguez-Marín, F.; Fernández-Arroyo, J. y García-Díaz, J.E. (2015). El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en y para el decrecimiento. *Investigación en la Escuela*, 86, 35-48.

Experiencias didácticas con reptiles y anfibios vivos y su influencia en las actitudes hacia los mismos de estudiantes de ESO

Francisco Javier Zamora-Camacho[1], Miguel Pérez Rivas[2] y Javier Carrillo Rosúa[1, 3]

[1] Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.[3] Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, Granada

fjcarril@ugr.es

Resumen:

En este trabajo se evalúa, mediante un diseño cuasi-experimental con grupo control, el impacto de experiencias educativas con sapos y culebras vivos en el desarrollo de actitudes positivas de estudiantes de Educación Secundaria hacia estos grupos de animales, que han sufrido una importante pérdida de biodiversidad. Tras el diseño de la experiencia educativa, se realizó una intervención con 363 estudiantes de ESO de Granada, administrándose un cuestionario previamente y posteriormente. Los resultados muestran como todos mejoraron su actitud hacia los animales, apreciándose una tendencia de mejora mayor en alguna de las dimensiones consideradas en el grupo experimental. Concluimos que se deben emplear más este tipo de experiencias a fin de fomentar un cambio positivo en sus actitudes hacia los animales y estimular su contacto con la naturaleza.

Palabras clave: Actitudes hacia los animales, Educación Secundaria Obligatoria, educación ambiental, sapos, serpientes.

Introducción

Actualmente, los adolescentes viven una fuerte desconexión con la naturaleza. A esto debemos sumarle que podemos afirmar ya que actualmente estamos sufriendo la 6º extinción en masa de especies en la Tierra, por causas antropogénicas como la destrucción del hábitat, la translocación de especies invasoras o el creciente cambio climático.

Entre los grupos de animales más amenazados se encuentran los anfibios y los reptiles. Estos, además de las amenazas mencionadas anteriormente, se deben enfrentar al rechazo social que generan en nuestra sociedad al ser considerados (en especial los sapos y las serpientes) animales peligrosos, dañinos, repugnantes o asociados a falsos mitos y supersticiones. Así, la educación ambiental se convierte en una herramienta imprescindible para romper con las ideas erróneas previas del estudiantado y sobre todo revertir sus actitudes hacia estos animales, a fin de mejorar el escenario futuro de estos a través de cambios en los comportamientos.

Marco teórico

Durante las últimas décadas se han publicado un gran número de investigaciones sobre las relaciones entre el conocimiento y las actitudes hacia los animales (e.g. Bradley, Waliczek, & Zajicek 1999; Lindemann-Matthies, 2005; Prokop, Özel & Usak, 2009; Ballouard, Brischoux, & Bonnet,

2011), y gran parte de ellas se han basado en la tipología de Kellert (1985). Así este último autor determinó una serie de variables que pueden afectar a las actitudes hacia los animales y desarrolló un análisis descriptivo definiendo nueve "tipos" de actitudes fundamentales (Tabla 1).

Tabla 1. Actitudes básicas hacia los animales con su breve descripción

Actitud	Definición de las actitudes
Naturalista:	Interés y afecto por la vida silvestre y el aire libre
Ecologista	Preocupación por el medio ambiente, las relaciones interespecíficas y los hábitats naturales.
Humanista	Fuerte afecto por los animales individualmente, principalmente mascotas.
Moralista	Preocupación por el trato a los animales, especialmente por la explotación o el maltrato animal.
Científica	Interés por los atributos físicos y el funcionamiento biológico de los animales.
Estética	Interés en las características artísticas y simbólicas de los animales.
Utilitaria	Preocupación por el valor práctico y material de los animales o su hábitat
Dominadora	Interés en el dominio y control de los animales, especialmente desde una perspectiva deportiva.
Negativista	Rechazo a los animales por indiferencia, miedo o porque no les gustan.

Las serpientes son candidatos muy adecuados para evaluar el efecto de la experiencia práctica con los escolares por varias razones. Primero, las serpientes están entre los animales que la mayoría de las personas consideran más desagradables; provocan niveles muy fuertes de temor y comportamientos destructivos, como la intención de matarlas (Prokop *et al*., 2009). Segundo, el alumnado puede manipular fácilmente las serpientes no venenosas; de hecho, estos animales son particularmente robustos, y al seleccionar las especies apropiadas, casi no hay riesgo ni para el espécimen manipulado ni para los manipuladores. Por último, las serpientes se enfrentan a un declive mundial (Reading et al., 2010), pero las actitudes negativas representan un gran obstáculo a la hora de establecer nuevas estrategias de conservación (Burghardt *et al*., 2009).

Los anuros (sapos y ranas) también son unos animales ideales para estas experiencias didácticas con animales vivos. Estos anfibios se encuentran en un estado de conservación mucho más grave que las serpientes; aunque a diferencias de estas, los sapos no suelen transmitir miedo sino asco (Tomažič, 2011). Por otro lado, también son fácilmente manejables y son inofensivos, ya que no pueden herir a los y las estudiantes, aunque muchas especies sí poseen sustancias tóxicas que no suponen ningún riesgo si se manejan con guantes.

Hipótesis

Para este estudio se plantea la hipótesis de que intervenciones educativas que implican experiencia y contacto directo con sapos y serpientes vivos mejoran las actitudes del estudiantado de Educación Secundaria hacia estos animales frente a otras intervenciones equivalentes sin ese contacto directo.

Metodología

Muestra

Este estudio se trata de una investigación empírica transversal de tipología cuasi-experimental pre-post de dos grupos, uno cuasi-control.

La intervención educativa fue implementada en cinco centros de Educación Secundaria de la provincia de Granada. Participaron un total de 19 grupos-clase, de 1º y 4º de ESO (de 11 a 15

años) y 450 estudiantes diversos en relación al nivel socioeconómico. Se ha contado con la información completa de 363 estudiantes.

Instrumentos de recogida de datos y animales

Para la recogida de datos se ha creado el cuestionario CAR (Cuestionario sobre Anfibios y Reptiles), que a su vez recoge las escalas del "Toad Attitude Questionnaire" (TAQ) de Tomažič (2011) y el "Snake Attitude Questionnaire" (SAQ) de Prokop *et al*. (2009).

Los animales seleccionados para este estudio fueron, por su abundancia, por ser inofensivas, y por no encontrarse en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas, la culebra viperina (*Natrix maura*) y el sapo común (*Bufo spinosus*).

Procedimiento

Todos los grupos-clase de 1º y 4º de ESO se separaron en dos grupos, experimentales y controles de modo aleatorio o en función de la conveniencia horaria. Se siguió la misma estructura: aplicación de un test inicial, entre 4 y 8 días después se procedía con la intervención, y un post-test al trascurrir otros 4-8 días. En los grupos control, la intervención iba acompañada de una presentación de elaboración propia con fotografías e imágenes. En los grupos experimentales la intervención se realizaba además con los dos animales ya mencionados. Se alentaba a los estudiantes a que sostuvieran el animal en sus manos, y en el caso de los más reacios, se les animaba a tocarlos cuidadosamente. En ningún caso se forzó a establecer contacto físico con el animal. En los grupos control, una vez finalizado dicho post-test, se volvía a realizar una intervención corta centrada en mostrar los animales y que pudieran interaccionar con ellos, con el fin de que pudieran disfrutar de la experiencia completa

Diseño de la intervención

La intervención consiste en una exposición sobre serpientes y sapos acompañada de diapositivas y jalonada de preguntas dirigidas a la clase que inducen a su participación activa, con tiempo, en su caso, para permitir que los y las estudiantes interaccionen con estos animales. Su contenido se divide en 10 apartados: presentación e introducción, mitos sobre los sapos, características de los sapos, veneno en los sapos, serpientes en España, mitos sobre las serpientes, características de las serpientes, importancia de ambos, estado de conservación y causas, conclusión y despedida.

Resultados

Mediante una prueba t de Student para muestras relacionadas se comprobó que existen diferencias significativas entre las respuestas al cuestionario tipo Likert en el pre-test y el post-test para todos los grupos. Es decir, los estudiantes respondieron a los ítems con valores más positivos para ambos animales en las tres dimensiones tras la experiencia, ya fueran grupos controles o grupos experimentales (Tabla 2).

Para comprobar si hay diferencias por el tratamiento entre los grupos control y experimental, se realiza un ANCOVA que permite valorar las diferencias en el post-test entre los grupos (variable categórica) teniendo en cuenta los resultados del pre-test como co variable. Así solo en la dimensión "Negativista" en sapos que supone una mejoría de la actitud asociada al tratamiento experimental hay diferencias estadísticamente significativas.

También se realiza el análisis ANCOVA para cada especie en función de otras seis variables independientes: sexo, curso, posesión de mascotas, gusto previo, miedo previo y asco previo a estos animales. En este caso, aunque se observan en algunos casos diferencias significativas, son solo de carácter puntual, prácticamente solo para la dimensión "Negativista" (ANCOVA con 'puntuación pre-test' como covariable, $F_{1,360} = 14.387$, $P < 0.001$).

Tabla 2. Prueba t de Student entre los resultados de los pre-test y los post-test

			CONTROL		EXPERIMENTALES	
	DIMENSIÓN		MEDIAS	Estadístico *t*	MEDIAS	Estadístico *t*
SAPOS	*Científica*	PRE	3.051	**-8.3675*** **	3.067	**-9.6448*** **
		POST	3.521		3.428	
	Negativista	PRE	3.139	**-3.6472*** **	3.244	**-9.6569** **
		POST	3.361		3.697	
	Ecologista/ Moralista	PRE	4.000	**-3.1391** **	4.029	**-2.5530* **
		POST	4.179		4.131	
SERPIENTES	*Científica*	PRE	3.549	**-3.8626*** **	3.435	**-6.6099*** **
		POST	3.685		3.645	
	Negativista	PRE	2.969	**-5.4185*** **	2.909	**-8.5507*** **
		POST	3.201		3.223	
	Ecologista/ Moralista	PRE	3.663	**-4.6054*** **	3.619	**-3.4713*** **
		POST	3.878		3.743	

*p < .05, **p < .01, ***p <0.001

Discusión

Se comprueba como la intervención, con o sin animales, supone una mejora para todos los grupos al obtener puntuaciones mayores en el post-test, reflejando como aumenta en el estudiantado el interés científico y su preocupación por estos animales, y como disminuye su rechazo.

Sin embargo, al comparar las diferencias entre ambos grupos, los experimentales sólo obtuvieron mayores puntuaciones de manera significativa que los controles en la dimensión "Negativista" en Sapos. Este resultado se repite en todos los modelos realizados, por lo que el efecto del tratamiento sobre la dimensión "Negativista" en sapos, es decir la reducción del rechazo hacia ellos, es muy sólido.

Una de las posibilidades por las que no se evidenciaran mayores diferencias entre los grupos control y experimental podría estar en que todos los y las estudiantes tenían muy reciente la intervención. El post-test se realizó una semana después de las intervenciones mientras que, en otros estudios con experiencias con este tipo de animales, los post-test se realizaron incluso 2 y 4 meses después (Tomažič, 2008). Ese mayor tiempo permitiría al estudiantado madurar la experiencia y lo aprendido, de forma que, tras varias semanas, aunque todos disminuyeran sus puntuaciones al no tener tan reciente la experiencia, los y las estudiantes de los grupos experimentales pudieran obtener mayores puntuaciones relativas, ya que el cambio en las actitudes hacia otras más positivas a través de la experiencia directa con los animales es más persistente en el tiempo (Fazio & Zanna, 1981).

Quizás otro de los factores que puede haber influido en las altas puntuaciones del post-test de los grupos control fue la expectación del alumnado por ver los animales en una futura sesión. Es decir, que no solo afectaría positivamente el interactuar con los animales, sino también la expectativa de interactuar con ellos.

Además, la actitud positiva del profesorado, sus expectativas hacia su alumnado y su motivación para que participasen, pudo influir en que se obtuvieran resultados más positivos en el post-test no solo en el grupo control, sino en el experimental.

No obstante, aunque los resultados de los tests no mostraran una diferencia significativa entre los grupos en todas las dimensiones, a través de la observación personal durante las sesiones sí se observó de forma cualitativa diferencias entre ambos grupos tanto en interés, como partici-

pación y motivación, que fue mucho mayor en los grupos experimentales. El profesorado de los grupos de estudiantes implicados también mostró una alta satisfacción por las experiencias con los animales como lo atestiguan sus comentarios y sobre todo las invitaciones a implementar la actividad en otros cursos.

En cuanto a la consideración de otras variables, se puede subrayar el sexo en función también de otros estudios equivalentes existentes. Se puede comprobar como las chicas obtienen valores más bajos en la dimensión "Negativista" para ambas especies, pero no en las otras dimensiones, y como el contacto con los animales reduce este rechazo por parte de ellas. Esta aversión por parte de las chicas era esperable (recordemos que esta dimensión muestra el rechazo como resultado de la aversión, miedo o asco), ya que ha sido constatado por varios estudios (Kellert & Berry, 1987; Prokop *et al*., 2009; Rakison, 2009; Yorek, 2009; Ceriaco, 2012). Pese a ese mayor rechazo hacia estos animales por parte de las chicas, tanto el interés científico como la preocupación por su conservación, reflejados en las otras dimensiones, fue el mismo en ambos géneros. No obstante, sí se observó un menor entusiasmo por parte de las chicas durante las sesiones, y el número de chicas que no tocaron a los animales fue mayor que el de chicos.

Conclusión

Se puede concluir que la hipótesis de partida solo se ha podido verificar de forma parcial. Así solo en relación a la dimisión "Negativista" de la actitud (es decir, la disminución del rechazo, no así en la dimensión Científica y en la Ecologista/moralista) se comprueba que experiencias educativas que implican experiencias y contacto directo con sapos y serpientes mejoran la actitud (solo la dimensión "Negativista") frente a otras intervenciones equivalentes sin ese contacto directo. No obstante, evidencias cualitativas ponen de manifiesto que dicha experiencia de interacción con los animales sí que aumenta el interés y la motivación del alumnado.

A pesar de que no se cumple la hipótesis en la medida de lo esperado, los autores creen que este tipo de experiencias debieran ser más comunes con el fin de fomentar un cambio positivo en las actitudes del estudiantado hacia los animales y estimular su contacto con la naturaleza; en definitiva, se debiera promover un enfoque más experiencial de la educación científica.

Referenciasbibliográficas

Ballouard, J.M., Brischoux, F., Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE* 2011, 6, e23152. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023152

Bradley, J. C., Waliczek, T. M., & Zajicek, J. M. (1999). Relationship between environmental knowledge and environmental attitude of high school students. *The Journal of Environmental Education,* 30(3), 17-21. DOI: https://doi.org/10.1080/00958969909601873

Ceríaco, L. M. (2012). Human attitudes towards herpetofauna: The influence of folklore and negative values on the conservation of amphibians and reptiles in Portugal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *8*(1), 8. DOI: https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-8

Fazio, R. H., & Zanna, M. P. (1981). Direct experience and attitude-behavior consistency. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology,* Vol. 14, (pp. 161-202). New York: Academic Press.

Kellert, S. R. (1985). Attitudes toward animals: Age-related development among children. In *Advances in Animal Welfare Science* 1984/85 (pp. 43-60). Washington, DC: The Humane Society of the United States.

Kellert, S.R. & Berry, J.K. (1987). Attitudes, knowledge, and behaviors toward wildlife as affected by gender. *Wildlife Society Bulletin*, *15*(3):363–371.

Lindemann-Matthies, P. (2005). "Loveable" mammals and lifeless plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education* 27, 655–677. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690500038116

Prokop, P., Özel, M., & Usak, M. (2009). Cross-cultural comparison of student attitudes toward snakes. *Society & Animals* 17, 224–240.

Rakison, D. H. (2009). Does women's greater fear of snakes and spiders originate in infancy?. *Evolution and Human Behavior*, *30*(6), 438-444. DOI: https://doi.org/10.1016%2Fj.evolhumbehav.2009.06.002

Tomažič, I. (2008). The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, *51*(1), 39-49.

Tomažič, I. (2011). Seventh graders' direct experience with, and feelings toward, amphibians and some other nonhuman animals. *Society & Animals*, *19*(3), 225-247.

Yorek, N. (2009). The Only Good Snake is a Dead Snake: Secondary School Students' Attitudes Toward Snakes. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *23*(sup1), 31-35. DOI: http://doi.org/10.1080/13102818.2009.10818358

Cómo usamos la energía en nuestras vidas, una propuesta para 6º de Educación Primaria

Alexandra Lemus Vieites y Cristina Martínez Losada
Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña
alexandravieites@gmail.com

Resumen:

Se presenta una propuesta didáctica sobre la energía contextualizada desde el ámbito del consumo de energía eléctrica en el hogar. Con ella se pretende promover el desarrollo de la capacidad analítica del alumnado y la toma de conciencia del papel que desempeña la energía en nuestras vidas. Asimismo, se presentan los resultados obtenidos de su puesta en práctica en 6º curso de Educación Primaria. El instrumento empleado para la recogida de datos fue el cuaderno de trabajo del alumnado Las respuestas del alumnado se analizaron utilizando un enfoque descriptivo, identificándose los tipos de explicaciones y de argumentos que emplea el alumnado a lo largo de la secuencia. El análisis de los resultados muestra un avance en las explicaciones y argumentaciones del alumnado a lo largo de la secuencia.

Palabras clave: educación primaria, energía, propuesta didáctica, competencia científica, contextualización

Introducción

El estudio de la energía constituye uno de los núcleos básicos en el currículum de ciencias, de hecho se recomienda incluir su estudio desde los niveles educativos elementales (Trumper, 1993). Sin embargo, a pesar de ser una palabra que utilizamos frecuentemente en nuestro día a día, es un concepto físico difícil de comprender (Pintó, Couso y Gutiérrez, 2005). En este sentido, se ha destacado la necesidad mejorar y ampliar la comprensión del discurso cotidiano de la energía, porque conlleva cuestiones y decisiones de gran importancia en contextos personales y sociales (Millar, 2015).

También se ha señalado la conveniencia de contextualizar la enseñanza de contenidos científicos (Campbell y Lubben, 2000), sobre todo en los niveles básicos y cuando estos son relativamente abstractos. En esta línea, no podemos olvidar que la energía está presente en multitud de procesos cotidianos y constituye un tema de indudable relevancia social, existiendo una amplia problemática asociada a su uso (García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007). Así, en relación con la energía se recomienda la selección de contextos próximos, como por ejemplo el funcionamiento de objetos y aparatos de uso cotidiano (Martínez Losada y Rivadulla, 2015). Asimismo, existe actualmente una amplia gama de cuestiones socio-científicas relacionadas con la energía, cuyo análisis favorece al pensamiento crítico y responsable, actualmente demandado para una alfabetización científica básica (García-Carmona y Criado, 2008).

Desde el enfoque competencial actual, la enseñanza ha de promover el desarrollo de las capacidades necesarias para abordar y resolver cuestiones de la vida real relacionadas con la energía, directamente implicadas en la competencia científica. Este marco competencial requiere la

problematización del contenido a enseñar, a través de la selección de los interrogantes oportunos (De Pro, 2014). Y todo ello teniendo siempre en cuenta a donde queremos llegar, es decir al objetivo global, competencial, que queremos conseguir (Couso, 2013).

Por otra parte, las actividades diseñadas deberán dar ocasión a que los alumnos analicen situaciones, seleccionen datos y pruebas, extraigan conclusiones basadas en pruebas, argumenten a favor o en contra de las mismas, tomen decisiones etc., siendo el trabajo cooperativo un componente fundamental a lo largo del proceso (AAVV, 2015).

Objetivos

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica sobre la energía contextualizada desde el ámbito del consumo de energía eléctrica en el hogar. Asimismo, se presentan los resultados obtenidos de su puesta en práctica en 6º curso de Educación Primaria.

Metodología

Participantes y contexto

Este trabajo sigue una metodología de investigación de carácter cualitativo. Fue llevado a cabo durante el curso 2016-2017 en un aula de 14 alumnos y alumnas de 6º curso de Educación Primaria de un centro público rural de la provincia de A Coruña, con un nivel socioeconómico medio-bajo.

La propuesta fue desarrollada en grupo de tres o cuatro componentes, a partir de la presentación del siguiente problema de investigación "¿Cómo usamos la energía en nuestras vidas?"

Cada grupo disponía de un cuaderno de trabajo en el que, de forma consensuada, debían recoger las respuestas a las cuestiones planteadas en las actividades propuestas. Posteriormente, los datos recogidos fueron sometidos a un análisis de contenido, utilizando un enfoque eminentemente descriptivo, identificándose los tipos de explicaciones y de argumentos que emplea el alumnado a lo largo de la secuencia.

Diseño de la propuesta didáctica

Se ha elaborado una secuencia de actividades que toma como hilo conductor el problema del consumo de energía eléctrica en nuestras vidas (Tabla 1). Con ella se pretende promover el desarrollo de la capacidad analítica del alumnado y la toma de conciencia del papel que desempeña la energía en nuestras vidas, poniendo en evidencia la necesidad de adoptar actitudes y comportamientos de ahorro energético.

La propuesta transcurre en torno a una serie de interrogantes que se corresponden con las distintas fases –orientación y explicitación, construcción, aplicación y revisión– que dirigen el proceso de enseñanza aprendizaje. En concreto la respuesta a la pregunta inicial tiene que ver con el objetivo global competencial que se persigue y se irá construyendo paulatinamente a lo largo de la secuencia.

Resultados

Sobre la identificación de situaciones en que se utiliza energía.

Los distintos grupos de alumnos reconocen inicialmente la necesidad de la energía eléctrica para el funcionamiento de los diferentes objetos y aparatos.

En sus relatos relacionan el uso de energía eléctrica con las necesidades básicas para vivir ("sin electricidad no podemos encender las luces…, no podríamos hacer de comer ni conservar los

alimentos…") o bien destacan el uso de la tecnología ("…no tendríamos internet,..."). Uno de los grupos además plantea alternativas ("…tendríamos que hacer de comer en el fuego, encender las velas y calentar el agua con madera").

Sobre el reconocimiento de transformaciones energéticas asociadas a cambios en el sistema.

El alumnado a través del análisis del funcionamiento de diversos electrodomésticos (plancha, congelador…) descubre que la energía no es un objeto material, pero posee una serie de propiedades como es su transformación. Los diversos grupos destacan los usos de esos electrodomésticos ("planchar la ropa…", "conservar la comida.."), así como la energía que emplean ("…funciona con energía eléctrica…") y la energía en que se transforma para su funcionamiento ("…energía calorífica...", "…energía mecánica…")

Tabla 1. Secuencia de actividades sobre el consumo de energía eléctrica en nuestras vidas

Interrogantes	Actividades de enseñanza	Finalidad
¿Cómo usamos la energía en nuestras vidas?	• Identificación de la energía que necesitan para funcionar diferentes objetos o aparatos. • Elaboración de un relato: Un día sin electricidad en nuestra vivienda.	Identificar situaciones en la que se consume energía eléctrica y valorar su importancia en nuestras vidas.
¿Qué pasa con la energía que utilizamos? ¿La aprovechamos toda?	• Presentación de ilustraciones de electrodomésticos concretos (plancha, congelador) y análisis de su funcionamiento: para qué se emplea, qué tipo de energía utiliza, qué pasa con esa energía, en qué lo notamos. • Realización de una experiencia: ¿Cuándo enchufamos un secador qué efectos producirá a su alrededor? ¿Qué habéis observado? Entonces, ¿qué ha ocurrido con la energía?	Reconocer transformaciones de energía asociadas a cambios observables en los sistemas y diferenciar entre energía útil y energía no aprovechable.
¿Usamos todos la misma cantidad de energía?	• Indagación sobre el consumo familiar de energía eléctrica: para qué sirve el recibo de la luz. • Organización de la información, puesta en común y elaboración de conclusiones: Cuál fue el gasto en el último mes, cuántos aparatos eléctricos hay y con qué frecuencia se usan, en qué actividad se gasta mayor cantidad de energía eléctrica, cuáles consumen más, se gasta lo mismo todos los meses…	Identificar las actividades que conllevan a un mayor consumo de energía eléctrica.
¿Podríamos disminuir el consumo energético?	• Presentación y análisis de datos de consumo de energía eléctrica en verano y en invierno. • Elaboración de propuestas de reducción del gasto energético.	Identificar y valorar posibles soluciones de ahorro energético.
¿Qué hemos aprendido sobre el uso que hacemos de la energía eléctrica?	• Reflexión final: - ¿Podemos llegar a la conclusión de que nuestra sociedad es eminentemente eléctrica? - ¿Mayor calidad de vida conlleva necesariamente mayor consumo de energía eléctrica?	Tomar conciencia de nuestra gran dependencia energética y de la necesidad de minimizar su consumo.

Una vez realizada la experiencia, el alumnado pone en evidencia nuevamente que para el funcionamiento de un electrodoméstico es necesaria la presencia de energía y que esta se transforma. Argumenta que la energía eléctrica no sólo se tiene que transformar en una única forma de energía ("la energía eléctrica del secador se transforma en energía cinética y energía calorífica porque los papeles salen volando pero el secador también emite calor"), que no toda la energía utilizada es aprovechable ("la energía calorífica no se aprecia, se aprecia más la energía cinética").

Sobre las actividades que conllevan mayor consumo energético.

Ahora que el alumnado ha observado lo que sucede con la energía que utilizamos, comienza a indagar en casa acerca de la energía que consumimos: "En mi casa este mes gastamos 56,42 € porque hay muchos aparatos eléctricos", "En mi casa se gastó, 67, 43 € porque tenemos muchas lámparas", "En mi casa se gastó 78, 14 € porque tenemos calefacción".

Cada grupo llega a la idea de que el recibo de la luz es el que nos proporciona la información necesaria para saber el gasto de energía eléctrica en una vivienda, pero que no todas las viviendas gastan la misma cantidad. También identifican que existe una relación entre gasto y número de aparatos eléctricos.

Una parte del alumnado afirma que anualmente se gasta más en iluminación y calefacción, otra parte del alumnado desmiente esta afirmación observando el gráfico y razonando que la iluminación ocupa un puesto muy bajo respecto al consumo anual y que electrodomésticos como el frigorífico o el lavavajillas son los que más consumen.

El alumnado también llega a establecer relaciones no sólo entre consumo y aparatos utilizados, sino también entre consumo y contaminación "cuánta más energía consumida, más contaminamos", "todos los aparatos contaminan, unos más que otros".)

Sobre la identificación de posibles soluciones de ahorro de energía.

El análisis comparativo del recibo de la luz de un mes de verano y otro de invierno, permite apreciar claras diferencias ("en el recibo de invierno se gasta más").

En general, el alumnado relaciona el mayor gasto energético al frío y en un porcentaje relativamente bajo sigue apostando por el gasto lumínico ("en el invierno se gasta más en calefacción porque hace más frío", "en el invierno tenemos las luces encendidas más tiempo"). Por otra parte, la mayoría de los grupos buscan alternativas como son ("...apagar la calefacción y no encender tantas luces", "...no abrir tanto las ventanas en el invierno", "apagar las luces cuando sea necesario y utilizar bombillas de bajo consumo"). Sin embargo, parece concienciado en las medidas de ahorro de energía lumínica que en las medidas de ahorro de energía calorífica.

Sobre el uso de energía en nuestras vidas.

Finalmente, el alumnado llega a concluir que nuestra sociedad es eminentemente eléctrica "porque el recibo de la luz nos dice la energía eléctrica que gastamos, y gastamos mucha", "porque los aparatos domésticos usan todos energía eléctrica para funcionar" y "porque ningún aparato funciona sin energía".

Asimismo los los diferentes grupos reconocen que calidad de vida no es necesariamente igual a mayor consumo de energía y que se podría consumir menor cantidad de energía eléctrica sin perder en calidad de vida ("podemos consumir menor cantidad de luz si utilizamos bombillas de bajo consumo", podemos vivir bien y ahorrar energía como por ejemplo apagar las luces cuando no se necesiten", "en calefacción es en lo que más gastamos, si ahorramos en calefacción, consumimos menor cantidad de energía").

Conclusiones

Como conclusión final y a pesar de ser pequeña la muestra de estudio, se podría decir que la propuesta es adecuada. Los niños y niñas a través de las diversas situaciones cotidianas presentadas y analizadas, son capaces de integrar en sus explicaciones el papel de la energía en el funcionamiento de aparatos de uso cotidiano y sus distintas transformaciones.

A medida que el alumnado va avanzando en la secuencia, va relacionando función, transformación, gasto y ahorro, sin tratar a estos constructos como términos independientes. Además, el alumnado recurre a datos de su entorno inmediato para fundamentar sus argumentaciones, extendiendo sus conocimientos más allá del aula.

Sin embargo cabe destacar que si bien la propuesta didáctica que hemos desarrollado ayuda a la toma de conciencia sobre la importancia de hacer un uso responsable de la energía, se ve limitada en relación al cambio de comportamientos generados en el alumnado. Para ello, sería necesario promover la implicación activa de los estudiantes en la correspondiente toma de decisiones, a través de actividades específicas que deberán plantearse de forma transversal e implicando al conjunto de la comunidad educativa.

Trabajo realizado en el marco del proyecto EDU2016-79563-R.

Referencias bibliográficas

AA. VV. (2015). La energía en contexto. Un proyecto para acercar la ciencia al alumnado de ESO. *Alambique, 79*, 61-72.

Campbell, B. y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, *22*(3), 239-252.

Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas y competenciales. *Alambique, 74,* 12-24.

De Pro, A. (2014). *La energía; uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana*. Barcelona: Graó.

García-Carmona, A. y Criado, A.M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias, 26* (1), 107–124.

García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2010). La competencia social y ciudadana desde la educación científica: una experiencia en torno al debate de la energía nuclear. *Investigación en la Escuela*, *71*, 25-38.

García, J.E.; Rodríguez, F; Solís, E. y Ballenilla F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la escuela*, *63*, 29-45.

Martínez Losada, C y Rivadulla López, J.C. (2015). Cómo progresar en la enseñanza de la energía. *Alambique, 79*, 17-24.

Millar, R. (2015). La enseñanza en materia de energía: desde los conocimientos cotidianos hasta la formación científica. *Alambique*, *80*, 8-16.

Pintó, R., Couso, D. y Gutiérrez, R. (2005). Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education. The case of energy degradation. *Science Education*, *89*(1), pp. 38-55.

Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education,15* (2), 139-148.

Aulas abiertas, avivando el aprendizaje científico: una experiencia sobre la enseñanza fuera del aula

Jorge Barriendo[1], Luis Miguel Ferrer[2], Ester Mateo[2] y Ana De Echave[2]

[1] CEIP Montecanal. Zaragoza. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales. IUCA

barriendo@educa.aragon.es

Resumen:

Este artículo aborda la importancia de la reflexión del maestro en las actividades fuera del aula. Para ello, en primer lugar se describen las bases teóricas en las que se asienta dicha enseñanza, así como sus beneficios para el alumno y el aprendizaje de las ciencias experimentales. Posteriormente se presenta una propuesta didáctica que se llevó a cabo en un colegio público de Noruega que consistía en una salida cuyo tema central era el fuego y la combustión. Finalmente, al analizar y reflexionar sobre la actividad se observa que el maestro tiene como papel fundamental dirigir la actividad antes, durante y después de la salida promoviendo la acción, el pensamiento y la comunicación.

Palabras clave: fuego; enseñanza fuera del aula; reflexión sobre la práctica docente.

Marco teórico

La enseñanza fuera del aula (al aire libre), entendida como la oportunidad de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en un entorno natural, ya sea un bosque, un parque, un río, el campo, etc., presenta gran cantidad de recursos y posibilidades educativas, entre las cuales es necesario destacar principalmente tres: como elemento dinamizador en el aprendizaje de ciencias (Pedrinaci, 2012), como elemento que desarrolla la dinámica del grupo (Dahle, Jensen y Faarlund, 2009), y como elemento que permite crecer al niño como individuo además de desarrollar su personalidad y sus habilidades sociales (Fjørtoft, 2004).

Estas salidas tienen una gran influencia también en la motivación, que afecta tanto a los alumnos como a la propia práctica docente (Braund y Reiss, 2004).

Noruega es un país que conoce bien las potencialidades que presenta este tipo de contacto con los entornos naturales. Allí existe una tradición, cultura o modo de vida denominado *friluftsliv*, cuya traducción literal significa libre-aire-vida, un estilo de vida que persigue el reencuentro del ser humano con la naturaleza como una vuelta a los orígenes, como una vuelta al hogar. Tal y como explican Dahle, Jensen y Faarlund (2009) *friluftsliv* consiste en estar en contacto con la naturaleza y que la naturaleza esté en contacto contigo, que te deje marcado.

El sistema educativo noruego no sólo es abierto y flexible respecto a la realización de actividades fuera del aula, sino que utiliza este recurso como un elemento educativo imprescindible en la formación del alumno. Paradójicamente en España, las actividades prácticas son reconocidas por su innegable valor en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza por investigadores y profesores, sin embargo las clases de ciencias no suelen dar a estas actividades el espacio que se merecen (Del Toro y Morcillo, 2011).

Como ya se ha expuesto, las salidas de campo deben considerarse insustituibles (Pedrinaci, 2012); permiten trabajar tanto contenidos conceptuales como procedimientos científicos, potenciando el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia, el trabajo científico y el mantenimiento del medio.

Sin embargo, no basta con programar y realizar una salida. Una salida, como cualquier práctica docente, debe implicar un pensamiento reflexivo por parte del docente respecto a su propia práctica, al alumno y a la salida propiamente dicha (Sáez, 2017). Dicha reflexión sobre la práctica docente, objeto de este trabajo, se realiza antes, durante y después de la salida.

Desarrollo de la actividad

La salida fuera del aula que se presenta, fue llevada a cabo como un trabajo de investigación de un maestro en formación cursando un año de especialización en la Nord University de Noruega. Esta sesión se planificó para llevarse a cabo con un grupo de 21 alumnos de entre 9 y 10 años del colegio "Frol" de Levanger (Noruega), durante el curso escolar 2015-2016. La intervención se estructuró en dos sesiones en torno al concepto de fuego en una sesión previa y la salida propiamente dicha.

Se decidió planificar una salida a un lugar conocido para los alumnos, con un elemento central cotidiano, que era el fuego, y un objetivo más concreto, relacionado con la indagación científica del fenómeno.

Sesión previa

Durante la sesión previa a la salida cada alumno completó un cuestionario que pretendía explicitar sus modelos e ideas previas, así como despertar su curiosidad sobre el tema de la combustión.

En el cuestionario se pedía a los alumnos que formulasen preguntas para guiar la indagación, y que dibujasen los posibles experimentos o experiencias que llevarían a cabo para intentar dar respuesta a sus preguntas. Además, se les pedía que dibujasen en alguna de las preguntas, haciéndoles después reflexionar sobre los modelos que habían reflejado con sus dibujos.

Imagen 1. Ejemplo de uno de los dibujos realizado por los alumnos que representa la evolución de una hoguera

Estos cuestionarios iniciales, son objeto actualmente de un estudio de investigación más profundo acerca de los modelos e ideas previas del alumnado de cursos superiores de Educación Primaria en relación al fuego y a la combustión. En ese momento su análisis proporcionó información que permitió orientar y plantear los objetivos de la salida. La información obtenida de dichos cuestionarios hacía referencia a que los alumnos conocen el proceso de combustión

desde un punto de vista dominado por las percepciones, incluyendo algunos elementos de forma inconexa como el papel del oxígeno.

Con dicha información se establecieron los objetivos de la salida tanto para los alumnos como para el propio docente. En cuanto a los alumnos, se priorizó que trataran de explicitar las percepciones y los modelos encontrados en el test inicial para que fuesen conscientes de dichos modelos mentales. En cuanto al docente, el objetivo principal y que se desglosa en el apartado siguiente fue crear un ambiente que animase al alumnado a expresar sus propias ideas, fomentando que los alumnos y alumnas se encontrasen intelectualmente activos en torno al fenómeno del fuego, tal y como explica Pujol (2007), de forma que se estableciese un modelo horizontal participativo en el que cada alumno se expresara en función de sus necesidades y conocimientos previos.

Salida

A raíz del análisis de los resultados de la sesión previa, como se ha comentado, se plantean dos tipos de objetivos. Aquellos que alcanzarán los alumnos y aquellos a alcanzar por el maestro durante la salida. En esta comunicación, se opta por analizar los objetivos relativos a la experiencia del docente, debido a la importancia de la reflexión como maestro en dicha experiencia. Los objetivos planteados fueron:

- Fomentar el planteamiento de preguntas acerca del fenómeno a observar.
- Desarrollar la capacidad de percibir estímulos a través de diferentes sentidos.
- Conocer las ideas preconcebidas de los alumnos respecto a la combustión.
- Enfatizar la idea de que todas las personas en el grupo son importantes, valorando sus aportaciones (tanto sociales como académicas) y necesidades individuales.
- Llevar a cabo una experiencia guiada sobre la combustión: elementos que intervienen y aspectos observables.

La sesión se planificó en torno a tres actividades principales, cada una dirigida a alcanzar varios de los objetivos propuestos para los alumnos, que por límite de extensión no se describen en el presente artículo.

La sesión comenzó con la andada al fiordo, situado a unos 30 minutos de la escuela. Al llegar, empezamos realizando una asamblea inicial y una actividad de conciencia sensorial, pretendiendo despertar los sentidos.

En ese momento, encendimos una hoguera en el centro. Se pretendía que los alumnos se planteasen preguntas que pudieran responder mediante observación y analizando esas observaciones con un marco teórico. Los alumnos aportaron ideas, generalmente breves y concisas, así como conceptos que habían aprendido de forma muy inconexa. La asamblea no estaba desarrollándose como se había previsto, los alumnos contestaban guiados por mi discurso pero no se planteaban preguntas, por lo que se decidió llevar a cabo un cambio en la organización de la sesión, proporcionando un rato libre a los alumnos antes de continuar con la siguiente actividad.

Durante el descanso, un grupo de alumnos se había reunido en otro lugar en la orilla. Me llamaron desde lejos y me pidieron que les dejara cerillas. Al acercarme vi que habían apilado ramas y algunas maderas. Antes de encender la hoguera que habían preparado, les pregunté sobre los materiales que habían elegido y la razón de escogerlos y entre ellos debatieron y experimentaron con algunos materiales que prendían “más” que otros.

El profesor de la clase encendió otra hoguera y varias alumnas se encontraban allí intentando prender pequeñas ramas de árbol. Ninguna de ellas había intervenido en la asamblea inicial, por lo que estaba especialmente interesado en conocer sus modelos e ideas previas. Conversamos

acerca de cómo afecta el fuego a las ramas, intentando que explicitaran sus ideas sobre los tipos de cambios que produce el fuego en los objetos. Las alumnas sabían que cuando el fuego quema algo, esto no puede volver a su estado original, afirmaban que se "convertía en ceniza", apelando al término "desaparición". Entre ellas debatían sobre cuándo ardía una rama. Si una rama está al rojo vivo ¿está ardiendo o no?, pero ¿y si no vemos la llama? Comenzaron a debatir sobre el olor, el humo, el cambio de aspecto de la rama, etc. Fue una conversación didácticamente muy interesante.

Imagen 2. Grupo de alumnas interactuando con la hoguera

Resultados de la salida

La salida alcanzó los objetivos propuestos para el maestro: se proporcionó a los alumnos la oportunidad de utilizar los sentidos, se consiguió conocer las ideas de los alumnos sobre el fuego y la combustión (que se analizan también en el citado trabajo de investigación en curso) y se enfatizó y vivenció la idea de que todas las personas en el grupo tuvieron un papel importante. Con respecto al objetivo de fomentar el planteamiento de preguntas acerca del fenómeno a observar, no se desarrolló tal y como se esperaba. Los alumnos apenas formularon preguntas durante la asamblea, sin embargo, cuando la asamblea se disipó, sí que comenzaron a interactuar y a plantear sus propias dudas e hipótesis de forma más autónoma y natural, en pequeños grupos. Esto supuso una clara ventaja en relación a las interacciones sociales y al desarrollo personal del alumno, además de permitirles un momento de experimentación autónoma didácticamente muy interesante, observándose un modelo horizontal participativo (Pujol, 2007), ya que los alumnos se encontraban inmersos en una conversación en la que consideraban y debatían acerca de observaciones, variables, planteaban posibles explicaciones, etc.

En cuanto al objetivo de llevar a cabo una experiencia guiada, podemos considerar que en esta salida ha predominado lo que Català y Vilà (2002) denominan "conversación dirigida", caracterizada porque el grupo se dedica a argumentar y dialogar acerca de lo que está observando, mientras el maestro intenta activar los recursos del niño, establecer conexiones con las vivencias personales, plantear preguntas que induzcan la formulación de hipótesis y recopilar la información que los alumnos han ido aportando.

Del mismo modo, la salida ha contribuido a despertar ciertas curiosidades en el alumnado respecto a la combustión, que aunque no se hayan explicitado verbalmente, se podían observar en sus comportamientos: durante el juego libre antes de empezar la asamblea, los alumnos llevaron a cabo actividades muy variadas como correr, cantar, etc., sin embargo, cuando volvieron a jugar tras la primera parte de la asamblea, la mayoría de ellos empezaron a interactuar con las hogueras, recolectaron madera, intentaron reavivar el fuego, prender ramas pequeñas, etc. reflejando cómo empezaba a despertarse una gran curiosidad por el objeto de estudio.

Conclusiones

Una vez realizada y analizada la salida, se extraen a continuación algunas conclusiones que tienen que ver no sólo con los objetivos planteados para la misma sino con la reflexión docente a lo largo de todo el proceso de preparación, puesta en práctica y evaluación de la actividad. Se puede afirmar que se han experimentado los tres aspectos mencionados en el marco teórico. Los alumnos y alumnas, han tenido oportunidades reales de interactuar con su grupo, escucharse, argumentar, jugar y sentir, a nivel individual y a nivel grupal, a la par que han comenzado a plantearse algunas preguntas y valorar algunas variables del fenómeno del fuego, por lo que se remarca la importancia de la sesión como elemento dinamizador en el aprendizaje de ciencias. Tras la reflexión sobre la práctica docente, se ha podido observar que llevar a cabo una indagación guiada requiere de una secuencia didáctica mucho más amplia. Esta salida por tanto podría enmarcarse como punto de partida en el que los alumnos han seguido una conversación dirigida en torno a una experiencia manipulativa, que gradualmente se iba haciendo más autónoma, una fase previa de vital importancia a nivel de motivación, contacto con el objeto de estudio y acercamiento al método científico.

En cuanto a la secuenciación y programación de las actividades, es necesario considerar que durante la salida, un gran número de aspectos: agrupamientos, tipo de interacción, estrategias metodológicas, etc. se flexibilizaron. Desde el punto de vista del maestro, esto supuso un avance considerable respecto a las actitudes, participación, interacción y aprendizaje de los alumnos, ya que estos se encontraban en un entorno natural, activo y estimulante. Este continuo cambio permitió reflexionar acerca de dos aspectos, en primer lugar sobre la importancia de haber considerado previamente un gran número de variables y caminos por los que los alumnos podían querer adentrarse, y no únicamente en el camino que el docente habría propuesto inicialmente. En segundo lugar, sobre la importancia de que el maestro modifique su práctica docente adaptándose a las necesidades e inquietudes del grupo en ese momento.

La reflexión como docente en España, sobre una actividad llevada a cabo en Noruega, ha reafirmado la importancia de compartir conocimientos y experiencias entre diferentes docentes de contextos educativos distintos para aprender mutuamente acerca de este recurso educativo, las salidas de aula. Salidas que requieren, por otro lado, una gran implicación, trabajo y reflexión por parte del profesorado (Del Toro y Morcillo, 2011) que quedan justificadas ya que el aprendizaje del alumno abarca más aspectos fuera que dentro del aula, si se utilizan las herramientas didácticas adecuadas.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2016-76743-P (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) y al grupo de investigación consolidado BEAGLE: Investigación en Didáctica CCNN (IUCA).

Referencias bibliográficas

Braund, M. y Reiss, M. (2004). *Learning science outside the classroom.* London: RoutledgeFalmer.

Català, M. y Vilà, N. (2002). Las funciones lingüísticas en el proceso de adquisición de los conocimientos científicos. En M. Català, R. Cubero, J. Díaz de Bustamante, M. T. Feu, E. García de la Torre, J. E. García Díaz, M.P. Jiménez, E. Pedrinaci, R.M. Pujol, N. Sanmartí, L. Sequeiros, *Las ciencias en la escuela: Teorías y Prácticas* (pp. 89-103). Barcelona: Graó.

Dahle, B., Jensen, A. y Faarlund, N. (2009). Being in nature, experiential learning and teaching. *Gisna valley conference* (p. 72). Steinkjer 2009: Nord-Trøndelag University College.

Del Toro, R. y Morcillo, G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (19.1), 39-47.

Fjørtoft, I. (2004). Landscape as a playscape: the effects of natural environments on children's play and motor development. *Children, Youth and Environments, 14*(2), 21-44.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique; Didáctica de las Ciencias Experimentales* (71), 81-89.

Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria.* Madrid: Síntesis S.A.

Sáez, M. J. (2017). La reflexión en la formación inicial del profesorado en torno a una actividad práctica de campo (Tesis doctoral). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Examinando legumbres. Una propuesta experimental en Educación Infantil

Esther Paños, José Reyes Ruiz-Gallardo, Antonio Mateos

Departamento de Pedagogía. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Castilla-La Mancha.

Esther.Panos@uclm.es

Resumen:

El trabajo describe una secuencia didáctica para desarrollar conceptos y habilidades científicas en Educación Infantil, con una muestra de 133 niños de 5 y 6 años. El tema elegido es la germinación de las semillas. La inclusión de actividades colaterales sobre un tema tan habitual, junto al trabajo cooperativo, han incrementado la curiosidad de los niños, permitiendo maximizar las oportunidades de aprendizaje desde diferentes perspectivas: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Mediante la observación, manipulación y experimentación, los alumnos van encontrando respuesta a las preguntas que se plantean.

Palabras clave: Educación Infantil; didáctica de las ciencias; germinación de semillas, actividades experimentales.

Introducción y objetivo

La curiosidad innata del niño, la necesidad de descubrir y comprender el entorno en el que vive y los fenómenos naturales que en él tienen lugar, le hacen estar conectado a la ciencia de forma temprana. Sus primeros aprendizajes comenzarán a estructurarse gradualmente en la escuela, responsable de estimular la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes sobre el medio natural ajustados al conocimiento científico. Por ello, la mayoría de regulaciones nacionales apuestan por la enseñanza de las ciencias desde los primeros niveles educativos.

A pesar del papel relevante otorgado a las ciencias en los currículos actuales, los resultados de los estudiantes al final de la educación obligatoria, tanto en actitud hacia la ciencia como en competencia científica, son pobres (COSCE, 2011). Desde instancias de ámbito nacional e internacional se insiste en la necesidad de promover la enseñanza de las ciencias a edades tempranas (COSCE, 2011; OCDE, 2016). Sin embargo, las investigaciones reflejan que es poca la ciencia que se trabaja en infantil. Por ejemplo, el trabajo de Saçkes et al. (2011), realizado en más de 1400 centros de Educación Infantil de EEUU, encuentra que la mitad de los maestros enseñan ciencias una o dos veces por semana, durando cada sesión entre 1 y 30 minutos; esto significa menos de 4 horas al mes. Otros análisis similares reportan que solo un 4.5% de las actividades realizadas en las aulas de infantil se dedican a las ciencias (Tu, 2006).

Estos datos poco alentadores han de matizarse debido al reducido número de trabajos empíricos sobre intervenciones y metodologías de enseñanza-aprendizaje de ciencias en el ciclo de Educación Infantil. Lo verdaderamente importante es que las características de los alumnos en los primeros años educativos, así como las particularidades que ofrece el aula de infantil, hacen que este ciclo sea un escenario idóneo para trabajar contenidos y habilidades científicas.

Así lo demuestran trabajos recientes que apuestan por métodos activos en la enseñanza de las ciencias: a través de la experimentación en el rincón de las ciencias (Gómez-Montilla & Ruiz-Gallardo, 2016), aplicando aprendizaje por indagación para trabajar los cambios de estado (Guzmán-Cruz, García-Carmona & Criado, 2017) o realizando un proyecto experimental sobre caracoles centrado en el análisis de evidencias (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016), entre otros.

El objetivo principal del trabajo es diseñar e implementar una secuencia de actividades orientadas a que los alumnos trabajen contenidos y habilidades procedimentales, tanto generales como propias del ámbito científico, como la observación, la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, la experimentación y el análisis y comunicación de resultados. Esta secuencia se ha diseñado de acuerdo a las siguientes orientaciones metodológicas: (1) la curiosidad natural de los niños es un componente esencial de la investigación científica y la incertidumbre el motor de esta curiosidad (Jirout & Zimmerman, 2015); (2) los nuevos aprendizajes parten de las ideas previas de los alumnos; (3) la guía del maestro es esencial para generar situaciones de aprendizaje efectivas (Nayfeld, Brenneman, & Gelman, 2011); (4) las interacciones en el aula favorecen la construcción de explicaciones científicas (Siry & Max, 2013); (5) el rincón de las ciencias ha de ser parte integrante del aula de infantil (Brown, 1991).

Método

Diseño, muestra y recogida de información

Esta secuencia educativa se implementó en el año 2017, en 6 aulas de Educación Infantil de 4 colegios de la provincia de Albacete. Participaron 133 alumnos (5 y 6 años). El tema elegido fue la germinación de lentejas o garbanzos, inspirada en el libro de García y Domínguez (2011). La información se recogió a través de los trabajos realizados en el aula y los comentarios de los niños y maestras.

Descripción e implementación de la secuencia didáctica

La información de cada fase se presenta en forma de tabla-resumen.

1º.- Presentación de la actividad

En la asamblea, se muestran los materiales que se van a emplear en la actividad: lentejas, garbanzos, vasos, algodón, lupas, etc. Se permite que los alumnos los manipulen y se fomenta la realización de predicciones sobre la actividad.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Qué es esto? *¿Qué es una lenteja?* *¿Sabéis qué vamos a hacer con estas lentejas?*	Exposición de ideas previas. Manipulación de objetos del entorno. Deducción de hechos.	Los alumnos se sienten seguros, emplean comentarios como: - *Las vamos a poner en un vaso con agua y algodón para que crezca una planta.* - *Ya hemos hecho eso.* Aunque también muestran curiosidad: - *¿Para qué queremos una lupa?*

2º.- El interior de una lenteja

Los alumnos creen saber en qué consiste la actividad, sin embargo, y para generar un nivel de incertidumbre que estimule el aprendizaje, se les pide que dibujen cómo es una lenteja por dentro. Para ello, deben trabajar en parejas, dialogando sobre qué puede tener, y plasmarlo en un

dibujo conjunto. Posteriormente, los alumnos pueden observar cómo es la lenteja por dentro, utilizando las lupas. Finalmente, vuelven a dibujarla en parejas.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Cómo es una lenteja por dentro? *¿Qué tiene una lenteja dentro?* *¿Qué podemos usar para ver bien lo que tiene dentro?* *¿Podéis volver a dibujar la lenteja por dentro?*	Intercambio de opiniones en parejas. Formulación de hipótesis. Elaboración de un dibujo. Puesta en común de resultados en gran grupo. Observación de la lenteja. Utilización de instrumentos característicos del ámbito científico. Elaboración del dibujo tras las evidencias obtenidas.	El bloqueo inicial al no saber cómo es una lenteja por dentro hace que los alumnos se esfuercen, que piensen qué podría tener. Intentan ser coherentes en sus dibujos (Figura 1): - *Tiene hierro.* - *Caldo.* Muestran muchas dificultades para trabajar en parejas, lo que evidencian comentarios como: - *Si él dibuja, ¿qué hago yo?* - *¿Cómo vamos a hacer los dos un dibujo?* Tras haber visto con la lupa la lenteja, al realizar el nuevo dibujo surgen menos conflictos. La mayoría de alumnos pregunta: - *¿Qué es eso que hay dentro de la lenteja?* (se dice el nombre)

3º.- Germinación de la semilla

Estas actividades se hacen con todo el grupo. Los alumnos identifican qué necesita la semilla para germinar, y la maestra va preparando un modelo según los comentarios que ellos hacen. Se parte de sus ideas previas, y se trata que mencionen no solo agua y luz, sino también aire. Para ayudarles a que reconozcan la presencia del aire, se utiliza una bolsa de plástico vacía y se llena de aire de cualquier sitio. Se deja la bolsa a los alumnos para que cojan aire.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Qué necesita la semilla para que crezca la planta? *¿Qué hay en este vaso?* *Además de algodón, agua y semillas, ¿hay algo más?* *¿Qué pasa si quitamos el aire?*	Exposición de ideas previas. Formulación de hipótesis. Experimentación para identificar la existencia del aire.	Los alumnos saben que hay que poner agua y dejar el recipiente al sol. No identifican, inicialmente, que en el vaso hay aire. Tras dejarles experimentar con la bolsa, y coger aire de cualquier sitio, son capaces de reconocerlo. Esta actividad tan sencilla les atrae mucho, sobre todo al dejarles hacerlo a ellos. Algunos comentarios: - *Pasa la bolsa por nuestra mesa, a ver si hay aire.* - *Y, ¿por debajo también?*

4º.- Experimentando con el aire

Teniendo en cuenta la dificultad que supone identificar el aire, se lleva a cabo el experimento del vaso con un papel en el fondo que se mete en agua y no se moja. La maestra lo hace primero, intentando que los alumnos hagan predicciones sobre si se mojará o no el papel. Después, se les deja experimentar.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Qué le pasará al papel cuando meta el vaso en el agua? *¿Por qué no se ha mojado?*	Exposición de ideas. Formulación de hipótesis. Experimentación para reforzar el concepto de aire.	A los alumnos les gusta experimentar, sobre todo con elementos como el agua. Todos quieren participar. Con la guía adecuada del maestro identifican que hay aire en el vaso y no deja pasar el agua: - *No se moja porque hay aire detrás del papel.* - *El aire no le deja entrar.*

Figura 1. Dibujos de lentejas realizados por las parejas 1 y 2 antes y después de la observación

5º.- Introducción a la gestión de variables

Cada grupo prepara un modelo de semilla, considerando diferentes variables que, según lo que han trabajado anteriormente, les da la maestra (ver Figura 2). Ellos mismos cogen el material necesario. El problema surge cuando la tarjeta de uno de los grupos tiene la variable aire tachada. Para ello, se ha llevado un aparato de envasar al vacío, que muchos reconocen por haberlo visto en los supermercados. Se ponen las semillas en una bolsa y se extrae el aire. Una vez preparados todos, un representante del grupo expondrá qué creen que pasará con esa semilla. Se dejan todos en el rincón de las ciencias.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Se puede sacar todo el aire de esta bolsa? *¿Habéis visto otros productos envasados al vacío?* *¿Germinará la semilla que habéis preparado?* *¿Por qué?* *¿Cuál creéis que germinará primero?*	Distribución de roles en grupo. Identificación de variables en el experimento. Formulación de hipótesis. Comunicación de hipótesis.	De nuevo surgen problemas al trabajar en grupo, todos quieren hacer lo mismo. El grupo que no ha puesto agua y meterá su planta en una caja negra sabe que no germinará. El resto muestra dudas. Al extraer el aire y ver cómo queda la bolsa en que están las semillas, les recuerda a otras cosas familiares: - *El salchichón también está metido en esas bolsas.*

Figura 2. Tarjetas con variables para cada condición experimental

6º.- Observación y recogida de datos. Análisis final de resultados

Cada 2-3 días, en asamblea, un representante del grupo coge sus semillas y se ve si han germinado o no. Pondrán una pegatina verde si han germinado, o roja en caso contrario. Se siguen observando durante unos días para ver si crece la planta. Finalmente, se analiza la tabla de recogida de datos (ver Figura 3). Cada grupo expone qué ha sucedido en función de las variables involucradas. Se hace un resumen final sobre las necesidades de las plantas.

Preguntas	Actividades	Feedback alumnos
¿Ha germinado vuestra semilla? *¿Creéis que va a germinar?* *¿Qué expresa esta línea de pegatinas roja (verde, o verde y roja)?* *¿Por qué primero es verde y luego roja?*	Observación y recogida sistemática de datos. Registro de datos. Interpretación y análisis de datos. Comunicación de resultados.	Les gusta hacer las observaciones y registrar datos, aunque en el caso de no germinar surgen decepciones. Interpretan perfectamente la tabla elaborada. Les llama la atención que alguna semilla germinase sin luz, por ejemplo, aunque luego no siguió creciendo la planta. Se abren nuevas posibilidades de investigación.

Figura 3. Alumna registrando observaciones y tabla de registro

Resultados y conclusiones

De las entrevistas realizadas con las maestras se desprende que la secuencia de actividades es sencilla de implementar, con materiales fáciles de conseguir y familiares a los niños, como sugiere Brown (1991). Aunque la actividad ya la conocieran, no resulta aburrida, sino que se observa en los niños un interés por aprender más de lo que sabían, gracias a las nuevas preguntas, a los nuevos instrumentos (lupas, máquina de vacío, hojas de registro) y a los nuevos retos (abrir y describir el interior de la lenteja, considerar el aire, etc.). El hecho de trabajar cooperativamente en muchos procesos ha generado un mayor interés y un incremento en el uso de lenguaje propio de la actividad (“enfocar la lupa”, “hoja de registro”, etc.).

Al analizar el trabajo realizado por los alumnos se observa que se han habituado a realizar registros sistemáticos de datos, y a inferir hipótesis, algo imprescindible en ciencia, como modo de potenciar el pensamiento crítico. La sistematicidad de los registros también implica un desarrollo de su responsabilidad. Como punto débil, se destaca la incapacidad de algunos alumnos para gestionar roles básicos del trabajo cooperativo y de integrar sus ideas y las de sus compañeros buscando un resultado conjunto. La figura 1 muestra un claro ejemplo, una pareja debe hacer un solo dibujo, y los alumnos hacen dos, cada uno el suyo.

Se concluye que, este tipo de organización de tareas experimentales en infantil permite hacer, pensar y hablar a los niños sobre contenidos y procedimientos recogidos en el currículo oficial, pero también sirve para fomentar valores necesarios para cualquier ciudadano crítico y alfabetizado.

Referencias

Brown, S. E. (1991). *Experimentos de Ciencias en educación infantil*. Narcea Ediciones.

COSCE. (2011). Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España, 1–118.

García, M., & Domínguez, R. (2011). *La enseñanza de las ciencias naturales en el Nivel Inicial. Propuestas de enseñanza y aprendizaje*. Santa Fe: Homo Sapiens Ediciones.

Gómez-Montilla, C., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil, *13*(3), 643–666.

Guzmán-Cruz, M., García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2017). Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta-predicción-comprobación experimental. *Enseñanza de Las Ciencias*, *35*(3), 175–193. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2336

Jirout, J., & Zimmerman, C. (2015). Development of Science Process Skills in the Early Childhood Years. In K. C. Trundle & M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143–165). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9505-0_7

Monteira, S. F., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(8), 1232–1258. https://doi.org/10.1002/tea.21259

Nayfeld, I., Brenneman, K., & Gelman, R. (2011). Science in the Classroom: Finding a Balance Between Autonomous Exploration and Teacher-Led Instruction in Preschool Settings. *Early Education and Development*, *22*(6), 970–988. https://doi.org/10.1080/10409289.2010.507496

OCDE. (2016). Resultados Clave Pisa 2015. *Organización Para La Cooperación Y El Desarrollo Económicos*, 1–15. http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en

Saçkes, M., Trundle, K. C., Bell, R. L., & O'Connell, A. A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(2), 217–235. https://doi.org/10.1002/tea.20395

Siry, C., & Max, C. (2013). The collective construction of a science unit: Framing curricula as emergent from kindergarteners' wonderings. *Science Education*, *97*(6), 878–902. https://doi.org/10.1002/sce.21076

Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal*, *33*(4), 245–251.

Línea 1. Experiencias innovadoras en el aula

Simposios

Simposio 1

Afrontando la necesidad de innovar en la educación

Manuel Mora Márquez
(coord.)

En la sociedad actual, donde gobierna el consumismo y el uso/disfrute de la información inmediata, se enmarcan nuevos retos con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) que se desarrolla en las aulas. Éste se ha visto modificado con la introducción de las nuevas tecnologías, por un lado, y por el cambio del rol del alumnado, con metodologías activas de enseñanza, por otro. Es, por tanto, un momento crucial en la educación reglada en el que nos embarcamos los docentes, que debe generar nuevas estrategias de enseñanza. Para ello, la innovación, con la ayuda tecnológica o con la puesta en valor de recursos educativos, debe ser punta de lanza para proponer situaciones que devengan en un aprendizaje más significativo de los conceptos trabajados. En este simposio se presentan 5 experiencias que ahondan en la innovación educativa y que tienen como nexo de unión la integración del alumnado dentro del proceso de E-A, en pro de un aprendizaje más significativo usando metodologías que conecten con sus inquietudes y con la nueva realidad en el aula.

En este sentido, la primera experiencia, de la Universidad de Vigo, ahonda en la necesidad de una educación para la sustentabilidad, dentro del desarrollo de competencias profesionales en los futuros docentes de Educación Infantil y Primaria. Para ello, la propuesta recoge las impresiones del alumnado de estos Grados y se enmarca dentro de un proyecto de innovación, que versa sobre el cambio climático y la emisión de gases de efecto invernadero.

En la segunda experiencia, de la Universidad de Granada, se propone un juego educativo para tratar de una forma globalizada las ciencias experimentales en el ciclo de Educación Infantil. En estas edades, el juego es un medio natural para trabajar conceptos científicos, ya que mediante esta metodología se permite que los niños y niñas exploren su entorno, organicen su pensamiento, razonen, resuelvan problemas y controlen sus emociones, todo esto relacionado con un desarrollo de habilidades motrices.

Siguiendo esta línea de trabajo en el ciclo de Educación Infantil, en la tercera propuesta que llega desde la Universidad de Zaragoza, los autores exponen una propuesta de trabajo para acercar el cuerpo humano a los niños y niñas de este ciclo educativo. Para ello, en un metodología experencial basada en el aprendizaje por descubrimiento, este alumnado observan, tocan e interaccionan con distintos corazones de animales, estableciendo hipótesis y sacando conclusiones.

La importancia del medio natural y la necesidad de fomentar un pensamiento crítico en los futuros docentes es el eje central de la cuarta propuesta, de la Universidad de Almería. En esta propuesta, los autores buscan reflexionar sobre el papel de los docentes y la necesidad de convertirnos en pensadores críticos. Para ello, elaboran una metodología basada en la reflexión crítica a partir de ideas previas sobre alimentación y en actividades centradas en determinar la procedencia de los alimentos, métodos de conservación y cómo la publicidad actúa como reclamo para la toma de decisiones.

Por último, en la quinta experiencia, llegada de la Universidad de Córdoba, se muestran los resultados preliminares de la puesta en marcha de un juego, basado en la realidad aumentada, sobre química. En esta propuesta, los autores reflexionan sobre las bondades de la realidad aumentada como una metodología innovadora basada en el aprendizaje por entornos virtuales y como ésta influye positivamente sobre el proceso de enseñanza. En el trabajo, los autores muestran las fases de desarrollo del juego, así como la dinámica a la hora de implementarlo en el aula, focalizando que los esfuerzos han ido dirigidos hacia un aprendizaje autónomo del alumnado, mediante el uso de una plataforma de realidad aumentada.

Educación para la Sustentabilidad: una propuesta innovadora en aulas de Grado en Educación Infantil y en Educación Primaria

Mercedes Varela Losada, María A. Lorenzo Rial, Azucena Arias Correa, Uxío Pérez Rodríguez, J. Francisco Serrallé Marzoa

Departamento de Didácticas Especiales. Universidad de Vigo

marialorenzo@uvigo.es

Resumen:

La experiencia que se presenta responde al desarrollo de competencias profesionales fundamentales para estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Primaria, en el marco de la Educación para la Sustentabilidad. Se inscribe dentro de un Proyecto de Innovación educativa interdisciplinario. A partir del problema del Cambio Climático se pretende promover la sensibilización sobre el Cambio Ambiental Global, inducido por la acción humana sobre el medio y, en particular, sobre los océanos. Se ha diseñado una secuencia didáctica basada en el Ciclo de Karplus, que incorpora el uso de recursos online del proyecto de relevancia internacional I2SEA.

Palabras clave: Competencias profesionales; Propuestas innovadores; Formación del profesorado; EpS; Huella de carbono

Introducción

El premio Nobel Paul J. Crutzen (2000) acuñó la denominación de Antropoceno para designar la era actual (aunque dicha denominación no cuenta todavía con unanimidad en la comunidad científica), ante el proceso de Cambio Ambiental Global que se está produciendo, merced a los enormes efectos de la acción humana sobre el medioambiente. Dicho proceso se define como "el conjunto de cambios biofísicos y socioeconómicos que está alterando la estructura y el funcionamiento del Sistema Tierra, que incluye las alteraciones de una amplia gama de fenómenos de escala global de manera interactiva: uso y ocupación del territorio, urbanización, globalización, ecosistemas costeros, acidificación oceánica, composición de la atmósfera, ciclos de nitrógeno y carbono, clima físico, cadena alimentaria marina, biodiversidad, población, economía, uso de recursos, energía, transporte, comunicación y otros" (Rockström, 2011).

Así, fenómenos como el cambio climático, la acidificación oceánica y muchos otros, impulsados por la especie humana, constituyen una creciente preocupación mundial por el futuro del planeta (Worldwach Institute, 2015). Se trata de un problema de enormes dimensiones ambientales, sociales, económicas, políticas, y representa un gran desafío para la humanidad (Steffen y Stafford, 2013), que ha de hacernos reflexionar sobre la necesidad de cambiar el modelo de desarrollo actual, insostenible y éticamente injusto (Rockström, 2011; Folch, 2011).

La educación no puede, no debería, permanecer ajena a una situación de emergencia planetaria, que ya se anunció hace décadas (Vilches y Gil, 2009). La Educación para la Sustentabilidad (en adelante EpS) ayuda a entender la relación entre elementos del desarrollo sustentable desde

la complejidad, en su diagnóstico y posibles soluciones, y en interacciones entre lo económico, lo ambiental, lo político social, demográfico, ideológico, religioso, etc (Morin, 2011). En este sentido, la EpS es un proceso complejo e intencional, como todo proceso educativo, que implica la adquisición de conocimientos conceptuales y valores, así como el desarrollo de actitudes, habilidades y formas de actuar en interacción social. Este proceso no puede ser desarrollado de manera exclusiva o aislado por sistemas educativos e implica procesos de educación formal y no formal (Tilbury, 2011). Significa asumir una visión holística que permite la integración de múltiples aspectos, pero también implica una perspectiva crítica sobre el modelo socioeconómico vigente, que supone crecimiento constante, dependencia del consumismo y estilos de vida asociados. Junto a esto, es necesario fomentar el espíritu transformador a través de actividades que permitan adquirir responsabilidad en la adopción de estilos de vida, valores y creación de comunidades sustentables (Wals et al., 2014).

A este respeto, Tilbury (2011) indica que la EpS se ha de llevar a cabo en un contexto de colaboración, transdisciplinario e interdisciplinario, como conviene a problemas complejos, tales como el cambio global, la acidificación oceánica, la pobreza o la seguridad alimentaria, que implican dimensiones éticas, filosóficas y políticas. Al "cruzar fronteras", se generan nuevas posibilidades de aprendizaje que pueden ser fuente de creatividad e innovación (Tilbury, 2011). Parece evidente que el aprendizaje va más allá de la adquisición de conocimientos, valores y teorías relacionadas con el desarrollo sustentable y, en este sentido, la autora señala que es necesario promover procesos clave de colaboración y diálogo intercultural y entre diferentes grupos; procesos que involucran al sistema como un todo; procesos que innovan en los currículos y en las experiencias de aprendizaje.

Así, la EpS debe orientarse hacia la adquisición de competencias, que sólo se pueden aprender y evaluar en acción. De esta forma "las competencias se convierten en logros de aprendizaje, en lugar de una simple adquisición de conocimientos, y afectan a los objetivos, al papel del profesorado, a las actividades docentes y a la evaluación" (Bolívar, 2009). Por tanto, su desarrollo debe realizarse en interacción social, vinculándolo a la realización de tareas orientadas a la aplicación de los conocimientos adquiridos en espacios diferentes de los de aula, a la resolución de problemas relacionados con la vida y con diferentes contextos vitales. Por todo esto, será necesario que el profesorado esté en disposición de afrontar los desafíos que implica este enfoque, ya que no es suficiente con tener conocimientos, sino que estos se deben movilizar en situaciones reales. Esto supone un gran reto para el profesorado, que no sólo tiene que adquirir habilidades de enseñanza, sino que debe aprender a desarrollar competencias básicas o clave en su futuro alumnado (Álvarez Lires et al., 2017).

Una propuesta de EpS en la formación inicial del profesorado

La propuesta que se presenta se inscribe en un Proyecto de Innovación que implica a cuatro áreas –Didáctica de las Ciencias Experimentales, Psicología Evolutiva y de la Educación, Didáctica y Organización Escolar, y Ecología– así como a estudiantes de ocho asignaturas de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, unas 600 personas.

Su principal objetivo es desarrollar competencias científicas al tiempo que se potencia la sensibilización sobre fenómenos del Cambio Ambiental Global, producto de la acción humana sobre el Planeta Tierra –Cambio Climático– mediante el conocimiento de sus causas y consecuencias.

Se enmarca en la *Agenda 2015-2030 de la ONU para el Desarrollo Sustentable,* un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que pretende fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. La Agenda plantea 17 objetivos económicos, sociales y ambientales. Por esta razón, la Comisión Mundial del Océano, 2016, instó a los gobiernos a tomar medidas urgentes para su rescate:

"Sin la inmensa capacidad del océano para absorber calor y dióxido de carbono, los impactos serían mucho más severos que ahora". "Esto significa que debemos redoblar nuestros esfuerzos para hacer que los océanos sean más resistentes al cambio climático y a la acidificación". La atmósfera retiene solo el 1% del exceso de calor de las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que el océano elimina más del 90%. Por ello, al centrarse en las temperaturas atmosféricas, "gran parte del problema fue ignorado". "La conservación y el uso sostenible de los océanos y sus mares y sus recursos es esencial para el desarrollo sostenible. Sus contribuciones a la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria, la creación de medios de vida sostenibles y el trabajo decente indican que la protección de la biodiversidad y del medio ambiente marino se deben tener en cuenta al abordar los impactos del cambio climático".

Entre las competencias profesionales docentes de los grados en Educación Infantil y Primaria (ANECA, 2004) y las docentes básicas para la EpS (UNECE, 2011), se pretende contribuir a las que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplo de competencias que se pretende desarrollar con la propuesta diseñada

Competencias transversales de Grado (ANECA, 2004)	Competencias específicas de Grado (ANECA, 2004)	Competencias en relación con la EpS (UNECE, 2011)
•Capacidad de gestión de la información (Instrumental) •Trabajo en equipo (Personal) •Sensibilidad hacia temas medioambientales (Sistémica)	•Capacidad para utilizar e incorporar adecuadamente en las actividades de enseñanza-aprendizaje las tecnologías de la información y la comunicación •Asumir la dimensión ética docente potenciando en el alumnado una actitud de ciudadanía crítica y responsable •Conocer los campos temáticos de interrelación de las Ciencias con las otras áreas y en especial en aspectos de educación tecnológica, educación para la salud y educación medioambiental (Específica Primaria) •Ser capaz de promover comportamientos respetuosos con el medio natural, social y cultural (Específica Infantil)	•Capacidad de entender la naturaleza interdependiente de las relaciones dentro de la generación actual y entre generaciones, así como aquellas entre gente rica y pobre y entre las pesonas y la naturaleza •Ser consciente de la conexión entre el futuro sostenible y la forma de pensar, vivir y trabajar •Capacidad de trabajar con diferentes perspectivas sobre dilemas, problemas, tensiones y conflictos

Partiendo del marco expuesto, se optó por el diseño y puesta en marcha de un pequeño proyecto de investigación en torno al Cambio Climático y a la emisión de gases de efecto invernadero, que sigue la secuencia de un ciclo de aprendizaje de Karplus (1977) adaptado. En este ciclo las actividades se organizan en Actividades de exploración inicial, Actividades de introducción de nuevos conocimientos, procesos, conceptos, procedimientos o modelización, Actividades de estructuración del conocimiento y Actividades de aplicación. (Ver Tabla 2).

Además, como la EpS implica tomar decisiones en régimen cooperativo, respeto por la democracia y una comprensión de los procesos de participación (Vega, Varela y Álvarez, 2015), esta experiencia debe llevarse a cabo organizando al futuro profesorado en equipos pequeños, utilizando dinámicas y estrategias cooperativas, a fin de que éste actúe como una comunidad que produzca su propio conocimiento y lo movilice en la acción. De forma que se conciencie de que el trabajo cooperativo no se limita a que varias personas trabajen juntas, sino que debe tratar de conseguir

objetivos comunes de aprendizaje y calificación. Conocerá el significado de la interdependencia positiva, de la importancia de la responsabilidad individual respeto de la consecución de objetivos grupales, de la generación de la conciencia de funcionamiento colectivo que haga posible también la evaluación y regulación conjunta del aprendizaje, la importancia de la interacción en el pequeño grupo y en el gran grupo-aula. Todo ello, en el transcurso de la realización de la tarea compleja diseñada.

Tabla 2. Secuenciación del proyecto, siguiendo un ciclo de Karplus adaptado

I	•Presentación de la temática ligándola con aspectos sobre los que se está trabajando en el aula •Exploración de ideas iniciales utilizando la técnica del "enreixado": Se trata de una tabla que contiene diferentes términos y fotografías relevantes que el alumnado debe intentar relacionar con el Cambio Climático de forma razonada •Elaboración en equipos y en gran grupo de una lista de preguntas, dudas y disensiones a raíz del debate anterior
II	•Propuesta de fuentes para la búsqueda de información relevante •Organización por equipos para la búsqueda, selección y recogida de información •Tratamiento y revisión crítica de la información buscando relaciones e integración de conocimientos
III	• Estructuración de toda la información obtenida: representación en un mapa mental (definición, causas, consecuencias, mitigación) y en un diagrama Ishikawa que recoja causas y efectos. • Reflexión en equipos sobre la emisión de gases de efecto invernadero y sus efectos: ¿qué países tienen mayor responsabilidad?¿cuáles sufren más sus consecuencias?
IV	•Reflexión individual sobre el propio estilo de vida y la propia contribución a la emisión de gases de efecto invernadero. •Cálculo de la Huella de Carbono personal •Debate sobre cómo se puede contribuir a solucionar el problema, para reflexionar sobre las propias reducciones de la huella personal a corto plazo •Valoración de lo aprendido y reflexión sobre la forma de desarrollo de la propuesta

En dicha secuencia se utilizarán recursos digitales del proyecto:

"Inquiry to Student Environmental Action?" (Investigación para la Acción Ambiental Estudiantil) (I2SEA), http://web.stanford.edu/group/inquiry2insight/cgi-bin/i2sea-r2b/i2s.php. Universidades de Stanford y Gothenburg, y Wallenberg Global Learning Network (WGLN), financiada por Knut (Figura 1).

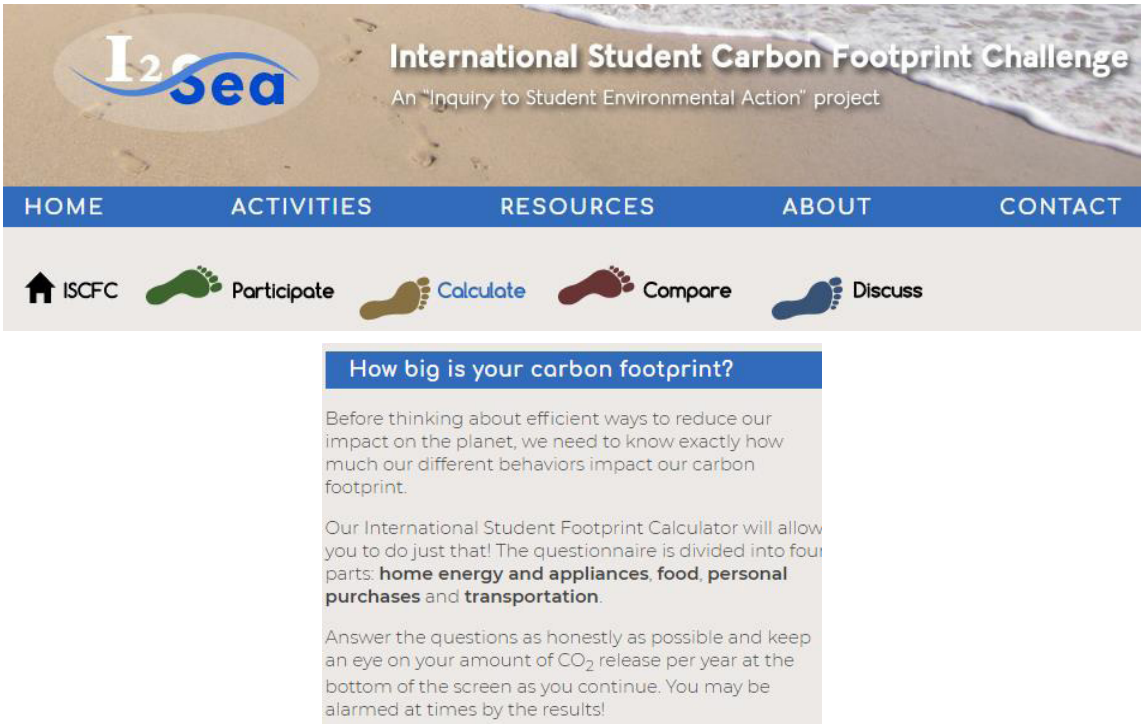


Figura 1. Calculadora de huella de Carbono. Fuente: "Inquiry to Student Environmental Action? I2SEA"

Resultados

Durante el presente curso, se ha experimentado esta propuesta en los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, en las materias de Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, Conocimiento de Medio Natural y Educación Ambiental para el Desarrollo. Han participado 183 personas (93% de alumnas y 7% de alumnos).

Los resultados de la primera fase de exploración e introducción de nuevos conocimientos han mostrado que existía bastante confusión en relación con el origen, las causas y consecuencias del Cambio Climático. En esta fase han destacado la búsqueda de información y su posterior tratamiento a través de mapas mentales por parte de los grupos de estudiantes.

En relación con la huella de carbono, la media de los resultados obtenidos ha sido de 8.623 Kg. Para fomentar la reflexión se ha comparado con la media española, unos 6.968Kg, y han visto que su huella era muy superior a ésta. Al compararla con la media mundial, unos 3.791Kg, la diferencia era aún mayor. También han comprobado las huellas de carbono de diferentes países y han reflexionado sobre sus causas y consecuencias. Al analizar sus propios datos, ha resultado que tenían en común: el excesivo uso del transporte privado, lo que les ha llevado a replantearse su modelo de vida "insostenible", como la han denominado.

Conclusiones

En esta propuesta didáctica se ha ofrecido y se ha obtenido información sobre el medio, se han cuestionado valores y modelos subyacentes a la forma de vivir, producir, consumir y relacionarse. Ha contribuido a formar personal docente reflexivo, capaz de desarrollar competencias científicas y docentes, así como de afrontar retos socioambientales. La evaluación del proceso y la coevaluación final han mostrado un alto grado de consecución de los objetivos propuestos y alta satisfacción estudiantil. Todo parece indicar que una EpS, desde la educación científica, con perspectiva holística, que use metodologías innovadoras contextualizadas, que fomente el

trabajo colaborativo y el tratamiento de la información, puede contribuir al desarrollo de pensamiento crítico y a la toma de decisiones autónoma e informada

Reconocimientos

A los proyectos: Prácticas científicas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: dimensiones en la transferencia y el desempeño. EDU2015-66643-C2-2-P- Ministerio de Economía y Competitividad. Redes de Innovación para la inclusión educativa y social. EDU2015-68617-C4-1-R.MICINN. Proyecto de Innovación Educativa Cambio Ambiental Global: Cambio Climático e Acidificación Oceánica nas aulas do Proxecto "Inquiry to Student Environmental Action" (I2SEA). Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo.

Referencias bibliográficas

Álvarez-Lires, M. M., Arias-Correa, A., Lorenzo-Rial, M. A. y Serrallé-Marzoa, F. J. (2017). Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica, *Formación Universitaria, 10(2)*, 89-102 DOI: 10.4067/S0718-50062017000200010

ANECA (2004). *Libro blanco del título de grado de Magisterio*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

Bolívar, A. (2009). *Deseñar e avaliar por competencias na universidade. O EEES como reto*. Vigo: Universidade de Vigo.

Folch, M. y Castro Ceacero, D. (2011) Multidimensional Framework for the Analysis of Innovations at Universities in Catalonia. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 19 (1), 6.

Karplus R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching 14(2)*, 169–175.

Morin, E. (2011). *La vía para el futuro de la humanidad*, Madrid: Planeta.

ONU (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado de: http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/S-SDG-Poster_-Letter.jpg

Rockström, J. (2011). *Nuestro Planeta*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente medio ambiente para el desarrollo (PNUMA). Recuperado de: http://www.unep.org/ourplanet/2011/sept/sp/article5.asp

Steffen, W. y Stafford, M. (2013). Planetary boundaries, equity and global sustainability: Why wealthy countries could benefit from more equity*, Current Opinion in Environmental Sustainability, 5,* 403-408.

Tilbury, D. (2011). *Assessing ESD Experiences during the DESD: An Expert Review on Processes and Learning for ESD*, UNESCO, París, Francia (2011) Recuperado de: http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191442e.pdf

Vilches, A. y Gil, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria, a la que debemos y «podemos» hacer frente, *Revista de Educación, Extra*, 101-122.

UNECE (2013) *Empowering educators for a sustainable future*. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe. Recuperado de: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/ESD_Publications/Empowering_Educators_for_a_Sustainable_Future_ENG.pdf

Vega-Marcote, P., Varela-Losada, M. y Álvarez-Suárez, P. (2015). Evaluation of an educational model based on the development of sustainable competencies in basic teacher training in Spain. *Sustainability, 7(3)*, 2603-2622.

Wals, A. E. J., M. Brody, J. Dillon y Stevenson, R. B. (2014). Convergence Between Science and Environmental Education*, Science, 344(6184*), 583-558.

Worldwatch Institute. (2013). *State of the world: Is sustainability still possible?* Washington: The Worldwatch Institute.

Aprendizaje lúdico para el tratamiento globalizado de las ciencias experimentales en el aula: una experiencia en Educación Infantil

Beatriz Rodríguez-Jiménez y Alicia Fernández-Oliveras

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada

alilia@ugr.es

Resumen:

Se resume el desarrollo de un prototipo de juego educativo original para el tratamiento globalizado de las ciencias experimentales en Educación Infantil. La idea central del juego es relacionar contenidos prácticos de esta área con aspectos socioculturales, industriales, geográficos, climáticos, etc. que pueden considerarse idiosincráticos de comunidades autónomas españolas. Su dinámica se inspira en el juego de La Oca y su uso es reflexivo y exploratorio (los jugadores formulan hipótesis y las comprueban manipulando el material). El proceso iterativo de desarrollo del prototipo incluye varias fases: diseño, elaboración, implementación, evaluación y propuestas de mejora. Tras tres iteraciones, probando el juego en un aula con alumnado de 4 años, se comprobó que es un recurso didáctico adecuado para abordar el tratamiento globalizado de las ciencias experimentales con un enfoque lúdico.

Palabras clave: aprendizaje lúdico, aprendizaje basado en juegos; juegos educativo; globalización; Educación Infantil.

Introducción y fundamentación teórica

En la infancia se procesan de forma compleja las experiencias personales, creando representaciones generalizadas (Canedo, Castelló y García, 2006). Pero estas no siempre se corresponden con interpretaciones hechas desde una perspectiva científica. Por eso es importante acercar las ciencias experimentales a los niños desde pequeños para que, mediante procesos de observación, experimentación e investigación, deduzcan si sus hipótesis y creencias previas eran acertadas o no, fomentando su creatividad y pensamiento crítico.

Para ello, una estrategia puede ser el aprendizaje lúdico, dado su valor como elemento facilitador del desarrollo del pensamiento científico (Bergen, 2009). No en vano, los profesores en formación muestran una actitud positiva hacia el uso del juego para el desarrollo de capacidades relacionadas con el pensamiento científico (Autor y colaboradores, 2014, 2015, 2016). Con la formación adecuada, los futuros docentes pueden desarrollar materiales de juego originales específicos para trabajar contenidos científicos, incorporando en el proceso una perspectiva investigadora de la práctica docente (Autor y colaboradores, 2016; Autor y colaboradores, 2017).

A través del juego, los niños aprenden a explorar el mundo que les rodea, organizar su pensamiento, resolver problemas, relacionarse, conocer y controlar las propias emociones, además de desarrollar habilidades motrices (Bermejo y Blázquez, 2016).

Esto convierte al juego en un gran recurso didáctico. Vygotski (citado por Río y Álvarez, 2007) asegura que el juego es "la fuente principal de desarrollo en los años escolares" y a la hora de aprovechar su potencial educativo es muy importante "tener en cuenta las necesidades del niño,

las inclinaciones, los incentivos y las motivaciones" (p.115). Moyles (1999) pone el ejemplo de un adulto que compra un aparato electrónico y en vez de leer las instrucciones, prueba y juega con los botones para conocer la máquina. A través de esta experiencia se produce un aprendizaje que se consolida con la práctica. El aprendizaje lúdico debe tener un papel primordial en la educación (Hirsh-Pasek, 2009), siempre considerando que los intereses de los estudiantes cambian conforme crecen y demandan más complejidad (Río y Álvarez, 2007).

Para elaborar y/o realizar un juego en clase se deben tener en cuenta las características de los participantes (edad, diversidad del grupo, número de participantes), los objetivos didácticos, los recursos disponibles (materiales, humanos, espaciales y temporales) y el contexto del centro (Bermejo y Blázquez, 2016). Además, el juego ha de ser divertido para que los participantes mantengan su interés.

La finalidad que perseguimos es desarrollar un prototipo de juego educativo original para el tratamiento globalizado de las ciencias experimentales en educación infantil. La idea central del juego es relacionar los contenidos de esta área con aspectos de diversa índole (socioculturales, industriales, geográficos, climáticos...) que pueden considerarse idiosincráticos de distintas regiones españolas. En esta comunicación se resume el proceso llevado a cabo con tal finalidad, el cual incluye una fase de implementación desarrollada durante las prácticas externas de la formación inicial como docente de la primera autora, bajo la tutorización de la segunda.

Metodología

El proceso de desarrollo del prototipo de juego es iterativo y sus fases son:

1. Diseño: ideas iniciales, evolución y diseño final.
2. Elaboración: elección de los materiales.
3. Implementación: pruebas con alumnado de Educación Infantil.
4. Evaluación: cuantitativa (instrumento específico) y cualitativa (observaciones).
5. Propuestas de mejora: modificaciones para solventar los problemas detectados.

Diseño y elaboración del juego

La idea central es crear un juego para atender la curiosidad que el mapa de España presente en el aula despertó en un grupo de Educación Infantil. Aunque el juego no tiene como fin principal el aprendizaje del territorio político de España, esto se presentó como un buen pretexto para trabajar las ciencias experimentales en clase y hacer que el alumnado conozca aspectos característicos de regiones españolas. Inspirándose en la dinámica del juego de La Oca, se propuso una serie de experimentos, relacionados con las comunidades autónomas españolas, exceptuando cuatro de ellas, que se asociaron a casillas típicas del conocido juego (Tabla 1).

Reglas del juego

Se dividirá a los participantes en cuatro equipos. La ficha de cada equipo se desplazará por el tablero constituido por el mapa de España avanzando el número de casillas marcado por el lanzamiento del dado. En cada casilla se comentará el aspecto característico de la comunidad autónoma correspondiente y se realizará el experimento relacionado empleando el material necesario (Figura 1). Cada experimento estará precedido por la emisión de las hipótesis de los jugadores y seguido por un comentario de lo sucedido. Los experimentos se realizarán una sola vez y por rondas, es decir, todos los equipos tirarán el dado una vez, después se realizarán los cuatro experimentos y se volverá al tablero para jugar otra ronda. El juego finalizará cuando todos los equipos hayan llegado a la última casilla, quedando como ganador, el primer equipo que lo haya conseguido.

Tabla 1. Experimentos o casillas típicas del juego de La Oca asociados a cada comunidad autónoma española, en el orden que se recorren en el tablero del juego

Comunidad Autónoma	**Experimento/Casilla**
Galicia	Los barcos son indispensables en esta comunidad. Los jugadores probarán si algunos objetos cotidianos son como ellos (si flotan o no)
Asturias	En esta comunidad se produce maíz. Con harina de este alimento y agua, los participantes descubrirán que hay fluidos que se comportan como líquidos o sólidos dependiendo de la presión que se les aplique (fluidos <<no newtonianos>>)
Cantabria	Es una de las comunidades donde más llueve. Con espuma de afeitar y acuarela disuelta en agua, se realizará lluvia casera
País Vasco	Comienzo de la casilla múltiple <<de puente a puente>> (se pasa directamente a la casilla donde finaliza el puente y se vuelve a tirar)
Navarra	En Zugarramundi, los turistas asisten a la realización de <<actos de brujería>>. Los jugadores comprobarán que la magia es ciencia con un ejemplo concreto: un globo inflado con aire explota al acercarle una vela pero otro que también contiene agua no, ya que el agua absorbe el calor
La Rioja	Esta comunidad es famosa por sus vinos. Se realizará un experimento con un vaso lleno de vino y otro de agua, para diferenciar el flujo laminar y el turbulento
Castilla y León	Fin de la casilla múltiple <<de puente a puente>>
Aragón	En los Pirineos aún queda nieve perpetua. Con agua y bicarbonato, los participantes elaborarán nieve casera
Cataluña	Es la comunidad donde nació Salvador Dalí. Con harina y acuarelas diluidas en agua, los jugadores crearán pinturas voluminosas siguiendo unos patrones
Baleares	Para llegar a esta comunidad desde la península ibérica, lo más frecuente es usar el avión. Un medio de transporte aéreo anterior fue el globo aerostático, que asciende porque el aire caliente de su interior es menos denso que el del exterior. Los participantes comprobarán cómo inflar un globo sin soplar empleando el gas liberado al hacer reaccionar vinagre y bicarbonato sódico
Comunidad Valenciana	Uno de los productos que exporta esta comunidad son las naranjas. Esta fruta tiene una densidad curiosa que descubrirán los jugadores introduciéndola en agua con y sin piel
Murcia	Casilla <<tira otra vez>>
Castilla-La Mancha	En esta comunidad hay un parque científico-tecnológico que investiga sobre el sector de la aeronáutica y espacial. Con hilo, un globo y una pajita, los participantes experimentarán con cómo se propulsan los aviones a reacción y las naves espaciales, observando la 3. ª Ley de Newton (acción y reacción)
Madrid	El baile típico de esta comunidad el chotis. Por parejas, un jugador se colocará dentro de un cuadrado y otro fuera, cogidos por sus manos. Al son de la música, el segundo girará alrededor del primero y este girará sobre su propio eje, trabajando así los giros
Extremadura	Casilla de <<la cárcel>> (un turno sin tirar)
Andalucía	Una de las influencias árabes que perduran en esta comunidad es el uso de las especias. Los participantes identificarán algunas de ellas a través de su olor
Canarias	En esta comunidad se encuentra el pico más alto de España, el Teide. Los jugadores simularán la erupción de un volcán a través de la reacción producida al combinar vinagre (mezclado con colorante rojo) y bicarbonato sódico

Figura 1. Tablero, fichas, dado y materiales para los experimentos

Implementación, evaluación y propuestas de mejora

El juego se probó tres veces, con alumnado de 4 años en un centro de una localidad de la provincia de X. Cada implementación se realizó con diferentes jugadores, consiguiéndose que los 26 estudiantes de una clase participaran (en la primera prueba participaron 13, en la segunda, 8 y en la tercera, los 5 restantes).

La evaluación se realizó mediante el instrumento expresamente diseñado y el registro de observaciones. Las diferencias en las implementaciones residieron en el tiempo de duración del juego, el número de participantes y su agrupamiento, la disposición de los materiales y la forma de realizar los experimentos. En función los problemas detectados, se incorporaron las siguientes propuestas de mejora:

- Reducción del número de jugadores (máximo dos por equipo).
- Ampliación del tiempo de duración del juego.
- Realización de los experimentos de los cuatro equipos seguidos en cada ronda.
- Incorporación de una mesa para realizar los experimentos (distinta a la de los materiales).
- Modificaciones en la realización de varios de los experimentos: emplear una caja más profunda en el experimento de Galicia y retirar gran parte del agua en el experimento de Asturias (Figura 2).

Figura 2. Realización de los experimentos de flotabilidad y del fluido <<no newtoniano>>

Resultados

Según las observaciones registradas en todas las implementaciones, los participantes disfrutaron realizando los experimentos y querían volver a jugar. Como se indica en la Tabla 2, en la primera implementación hubo tres criterios de valoración cuya evaluación no resultó completamente

favorable, pero ello se subsanó en las siguientes implementaciones. Los resultados obtenidos muestran que las propuestas de mejora introducidas tuvieron el efecto pretendido.

Tabla 2. Resultados de la lista de control (* = experimento no realizado)

Criterio	Implementación		
El juego hace que los jugadores...	**1.ª**	**2.ª**	**3.ª**
...estén atentos durante toda su duración	siempre	siempre	siempre
...entiendan las indicaciones y aclaraciones que requiere, mostrando que están bien adaptadas a su edad	a veces	siempre	siempre
...confirmen o rechacen las hipótesis que enuncian antes de cada experimento	a veces	siempre	siempre
...se aproximen a la comprensión de las reacciones químicas y los cambios físicos que se producen en los experimentos	a veces	siempre	siempre
...experimenten con la reacción que se produce cuando se mezcla el vinagre y el bicarbonato	siempre	siempre	siempre
...observen la ley de acción y reacción	*	siempre	siempre
...distingan la formación del flujo laminar y del turbulento	*	siempre	siempre
...descubran que algunos fluidos (los <<no newtonianos>>) pueden comportarse como sólidos o líquidos según la presión que se les aplique	siempre	*	siempre
..se interesen por las distintas particularidades de las comunidades autónomas españolas	siempre	siempre	siempre

Conclusiones

Tras un proceso cíclico que arranca con la documentación sobre experimentos adecuados para la etapa de educación infantil, relacionándolos con características de las regiones españolas, se ha conseguido desarrollar un juego original que constituye un recurso lúdico y novedoso para trabajar las ciencias experimentales en el aula de forma globalizada.

Se comprueba que los cambios introducidos consiguen mejorar la dinámica del juego y hacer que los jugadores puedan probar sus hipótesis y aproximarse a la comprensión de los procesos físicos y químicos implicados en los experimentos planteados.

La experiencia realizada evidencia que el aprendizaje lúdico es un elemento facilitador de la construcción del pensamiento científico.

Referencias bibliográficas

Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2014). Pre-service kindergarten teachers' conceptions of play, science, mathematics, and education. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 152, 856-861.

Fernández-Oliveras, A., Molina Correa, V. y Oliveras, M. L. (2015). Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática globalizada en infantil. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13(2), 373-383.

Blanco-Álvarez, H., Oliveras, M. L. y Oliveras, A. F. (2016, May). Una mirada a la formación de profesores de matemáticas desde la Etnomatemática. In Primer Encuentro Latinoamericano de Etnomatemática-ELEm 1.

Fernández-Oliveras, A., Vílchez González, J. M., & Carrillo-Rosúa, J. (2016). ¿ De dónde procede el magma que expulsan los volcanes? Experiencia piloto de una propuesta basada en el uso de pruebas para la formación inicial del profesorado de Educación Primaria.

Mingarro, M. P. L., Fernández-Oliveras, A. y Oliveras, M. L. (2017). Estudio de la implementación de un microproyecto interdisciplinar en un aula multicultural de Educación Secundaria Obligatoria: las Navatas. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 1267-1274. Bergen, D. (2009). Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers. *American Journal of Play, 1*(4), 413-428

Bermejo, C. R. y Blázquez, C. T. (2016). *El juego infantil y su metodología*. Madrid: Editorial Síntesis

Canedo, S., Castelló, J. y García, P. (2005). La construcción de significados científicos en la etapa de educación infantil: una experiencia con planos inclinados. *Enseñanza de las ciencias, Número extra, VII Congreso,* 1-6. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp151consig.pdf

Hirsh-Pasek, K. (2009). A mandate for playful learning in preschool: Applying the scientific evidence. Nueva York: Oxford University Press

Moyles, J. R. (1999). *El juego en la educación infantil y primaria*. Madrid, España: Ediciones Morata

Río, P. y Álvarez, A. (2007) *Escritos sobre arte y educación creativa de Lev S. Vygotski*. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje.

Trabajando con el corazón en la mano en Educación Infantil

Ester Mateo González, Beatriz Mazas Gil y María Esther Cascarosa Salillas

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales. IUCA

emateog@unizar.es

Resumen:

Este trabajo presenta una propuesta didáctica llevada a cabo en aulas de Educación Infantil. Se exponen los resultados del primer contacto de los alumnos al manipular corazones de distintos animales, como parte de un proyecto de mayor alcance donde ya se han trabajado otras partes del cuerpo y sus relaciones. El objetivo principal del trabajo es acercar el concepto de "corazón" a los niños, cuya idea previa es bidimensional y ajena al cuerpo humano. Para ello, se ha trabajado con corazones de distintos animales como aproximación al órgano humano. Explorando la curiosidad infantil y, a partir de una indagación guiada, se ha fomentado la observación, el planteamiento de hipótesis y la comprobación experimental de esas hipótesis. Por último, se han analizado las relaciones que los alumnos son capaces de establecer entre el corazón y otros órganos, entendiendo el cuerpo humano como sistema.

Palabras clave: corazón; cuerpo humano; Educación Infantil; prácticas científicas.

Introducción

La experiencia que se presenta en este trabajo es parte de un proyecto anual en dos aulas de Educación Infantil. En dicho proyecto se abordan las dificultades de comprensión que los alumnos evidencian acerca del funcionamiento del cuerpo humano. Para evitar ideas alternativas sobre las que se sustenta el conocimiento (García-Carmona, Criado y Cañal,2014), se trabaja con alumnos de edades tempranas (Educación Infantil, E.I., en adelante). Como parte del proyecto mencionado, en el curso anterior se desarrolló una propuesta de trabajo en el aula para el análisis del funcionamiento del ojo y su relación con otros órganos como el cerebro (Mazas, Mateo, Gil-Quílez y Sáez, 2017). La enseñanza del cuerpo humano suele introducirse desde la descripción anatómica de las partes y concluye con la descripción funcional (Reiss y Tunnicliffe, 2001). Esto no favorece que los alumnos comprendan el funcionamiento global del cuerpo. Comenzar trabajando cada órgano por separado para concluir que cada uno es parte de un sistema en el que todo está relacionado (Harlen, 2015) resulta más sencillo para los alumnos (Eshach, 2006). Al mismo tiempo se deben introducir las relaciones entre la estructura del órgano y sus funciones para poder entender, de manera contextualizada, cómo trabajan los órganos del cuerpo humano y su función como parte de éste (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2009). Algunos autores como Cabello Salguero (2011) remarcan la prioridad de introducir desde los primeros años de escolarización la necesidad de conocer el mundo que nos rodea, y el cuerpo humano como parte de él, desde la perspectiva de las ciencias. Esto favorece crear en los alumnos una actitud de curiosidad, así como asentar las bases de un modo

de aprender a aprender (Posse Hernanz, 1997). El trabajo experimental en ciencias mantiene esa curiosidad activa, y no sólo eso sino también despertar interés por la ciencia, es decir, que esa curiosidad se mantenga en el tiempo con diferentes proyectos. En este tema concreto del cuerpo humano, hay países europeos en los que se utilizan las disecciones como instrumento educador en las clases de Biología (NSTA, 2005). Estas prácticas experimentales permiten a los alumnos observar, plantear cuestiones, analizar, comprobar y formular posibles explicaciones (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2016).

Tomando como base lo anterior, se expone la propuesta de la enseñanza del corazón: "¿qué es?, ¿cómo es?, ¿cómo funciona? y ¿para qué sirve?". Esta propuesta se desarrolla mediante disecciones de corazones de vaca, cerdo, cordero y conejo, como paso intermedio para ayudar a los niños a comprender el funcionamiento del corazón humano. A partir del interés de los niños por este tema, se plantearon dos preguntas de investigación: (1) ¿Cómo es la actitud de los niños hacia la manipulación de un órgano como el corazón? (2) ¿Son capaces los niños de establecer relaciones entre el corazón y otros órganos, como el cerebro?

Metodología

El presente estudio se realiza durante el curso 2017/18 con niños y niñas de 3 y 5 años del CEIP "Fernández Vizarra" de Monzalbarba (Zaragoza), que desde hace varios años colabora con el departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza. Las maestras de dicho colegio defienden la indagación escolar en ciencias como parte de su metodología activa en el aula de infantil, y así todos los niños que participan en los diferentes proyectos que se proponen cada año están acostumbrados a trabajar de esta manera y, por tanto, no les supone un esfuerzo extra.

Experiencias previas relacionadas

El curso pasado se trabajó con los niños de 4 años (este curso, 5 años) en un proyecto sobre la luz. Una de las ramas de dicho proyecto se relacionó con los órganos de la visión donde se incluía la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué necesitamos para ver? Los niños demandaban ver un ojo "de verdad" por dentro. Así que decidimos llevar al colegio un ojo de vaca para manipularlo con ellos. Junto con el ojo también consideramos enseñarles el cerebro, puesto que relacionaron que para ver no solo teníamos que tener ojos sino también cerebro, y que estaban unidos por un "cordón" que, tras buscar información en los libros de la biblioteca, se llamaba nervio óptico. La disección fue un éxito, tanto motivacional como de contenidos, (Mazas et al., 2017) en tanto en cuanto que los niños nos pidieron a final de curso hacer una disección de los pulmones. Así, los niños acudieron a la Universidad y en el laboratorio observamos las partes de los pulmones y cómo se hinchaban cuando soplábamos por un tubito.

Experiencia actual

Los niños se fueron de vacaciones, pero con las ganas de que el año siguiente realizáramos más investigaciones parecidas alas del curso anterior. Así, los niños de 5 años nos dijeron que les gustaría tratar el tema del corazón (los niños de 3 años se sumaron al mismo, ya que las maestras que tienen contacto con la Universidad imparten clase en 3 y 5 años). Tras varias reuniones entre las maestras y las profesoras de la Universidad, podemos apreciar en la figura 1 el proyecto relacionado con los corazones y los contenidos que se proponen trabajar.

Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en el día a día para aprender ciencias es, no solamente despertar la curiosidad en los niños, sino que se mantenga a lo largo del tiempo transformándose en interés (Sanmartí y Tarín, 2008). Para ello, este curso decidimos introducir la caja de las científicas, donde cada día podrían encontrar diferentes objetos, mensajes, fotos, vídeos, cuentos, etc. que tendrán que ver con el concepto de corazón.

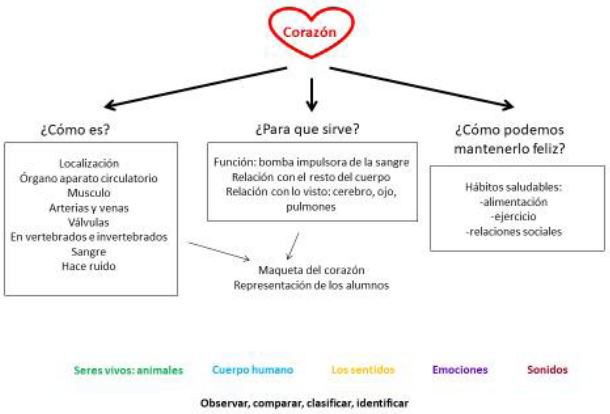


Figura 1. Esquema del proyecto 2017/18 sobre el concepto de corazón para trabajarlo en E.I.

Sesión cero

Los niños y la maestra comienzan a hablar del corazón, por lo que la primera parte del proyecto comienza conociendo qué saben los niños sobre el corazón. Después de ello, la maestra les advirtió de que había llegado un objeto a la caja de las científicas: era un pendrive con un sonido muy peculiar, el sonido del corazón. A partir de este momento se trabajaron los sonidos del cuerpo, se diferenciaron esos sonidos con otros como el de instrumentos musicales, sonidos de diferentes materiales… Y se volvió al sonido del corazón. En este sentido, todos los niños interiorizaron que el corazón hacía constantemente dos sonidos: pum pum (Figura 2).

Figura 2. La caja de las científicas con el pendrive que contenía el sonido del corazón (1º E.I.) y dos niñas escuchan el latido del corazón de su compañera (3º E.I.).

Primera sesión

Cuando las profesoras de la Universidad entramos en el aula de infantil les preguntamos sobre su trabajo previo acerca del corazón. Los alumnos nos contaron entusiasmados lo que sabían sobre el tema, las dudas que habían surgido y sus primeras hipótesis sobre dichos problemas. En esta sesión planteamos la disección del corazón, en primer lugar, con los niños de 5 años y después con los de 3 años. Hemos de decir que realizamos cierta adaptación en los dos cursos. Algunos aspectos en común fueron, por ejemplo, trabajar diferentes corazones en cuanto a la especie (diferentes tamaños) y al peso; que tenemos dos partes diferenciadas en el corazón: derecho e izquierdo, el color del corazón y la forma. También si es duro o blando y si tenía agujeritos o no. Los alumnos de 3 años pensaron (hipótesis) sobre el tamaño, la textura y si tenía agujeros y luego comprobaron con los corazones lo que habían pensado (comprobaron sus hipótesis). Sin embargo, en 5 años profundizamos un poco más: hablamos de vasos (arterias y venas), describimos por donde entra la sangre en el corazón y el recorrido que hace por el cuerpo hasta que llega a la otra parte del corazón. Además, con estos alumnos de 5 años se pudieron establecer relaciones con lo trabajado el año anterior (estructura y funciones de los pulmones).

Otras sesiones

El resto de sesiones tiene que ver con la ubicación del corazón dentro del cuerpo humano y con el mantenimiento del corazón contento, de cara a hábitos saludables, realización de ejercicio físico o bien el estado emocional, para mantener la salud cardíaca.

Resultados y conclusiones

La estructura y los contenidos científicos que se trabajan en cada actividad de la sesión de disección con los niños de 5 años se pueden apreciar en la tabla 1:

Tabla 1. Estructura y contenidos científicos que los niños practican en la sesión de disección

Temporalización	Actividad	Procedimientos	Contenidos conceptuales	Foto de la sesión
15 min	Observar los corazones de las diferentes especies animales	Observar, comparar e identificar propiedades observables sensorialmente.	Las partes del corazón. Anatomía comparada de diferentes especies. El tamaño, el color y la forma.	
5 min	Tocar los corazones con el papel film	Manipulación de los corazones. Identificación de propiedades observables a partir de los sentidos. Utilización de instrumentos ópticos.	El uso de la lupa. Las texturas: blando-duro, grueso-fino. Arterias y venas.	
10 min	Jugar a adivinar de qué animal podría ser cada corazón	Establecimiento de hipótesis. Comunicación Interpretar observaciones, establecer conclusiones	El funcionamiento del corazón Anatomía comparada	
40 min	Abrir los corazones, observarlos por dentro.	Observar y manipular las partes de la anatomía interna del corazón.	Cavidades, venas, arterias, grosor de las paredes de los ventrículos, coágulos de sangre...	

En el caso de los de 3 años, dedicamos 30 min a observar, tocar y coger los corazones, para diferenciarlos por color, textura y peso y poder comprobar sus hipótesis.

Como resultados, como puede verse en la tabla 2, clasificamos las intervenciones de los niños en función de que manifiesten:

* un aspecto del corazón percibido a través de los sentidos.
* una relación causa-efecto, es decir, que establezcan algún tipo de predicción cuando realizan una acción. No son explicaciones completas de los fenómenos sino un paso previo en el que identifican que una acción tiene una causa que la ha provocado y una consecuencia.
* una generalización, al llegar a resultados iguales con materiales o situaciones diferentes.

Tabla 2. Expresiones de los niños en relación a las preguntas sobre el corazón

	3 años	**5 años**
Sensorial	- Tamaño: "este es más grande", "hay otro más pequeño" - Textura: "está blandito" - Color: "es rojo y marrón" - Sonido: "pum pum pum"	- Tamaño: "más o menos como la cara" - Color: "es rojo, rojo, rojo", "es como marrón", "rojo, naranja", "es rojo y los tubitos son azules" - Sonido: "pam pam pam" - Forma: "de culete" - Textura: "en medio es duro y al otro lado es blando", "es elástico" - Temperatura: "está frío" - Olor: "huele fatal"
Relación causa-efecto	-"tiene sangre, ¡pupa!"	- "el corazón late más deprisa cuando estoy nervioso" - "cuando me balanceaba en las ferias me latía el corazón un poquito ¡porque iba de rápido!" - "el cerebro le dice al corazón lo que tiene que hacer"
Generalidades	- "los corazones están dentro del cuerpo" - "tiene un agujero y el grande también tiene agujeros" - "este es de tiranosaurio, es súper grande"	- "ese tubito lo necesita para respirar" - "son las venas, que son moraditas y elásticas" - "todos (los corazones) laten cuando están vivos" - "todos (los corazones) llevan sangre" - "no podríamos vivir sin corazón" - "dentro hay una pared fina y otra gorda" - Sobre las venas y las arterias: "es que es como los toboganes que se montan los niños para salir por la piscina, pues eso es igual, pero en carne"- "tu corazón es más grande porque tú eres más grande y yo más pequeña" - "el grande es el padre, el otro la hija mayor, el otro el hijo mediano y el otro el pequeño"

Tanto los pequeños como los mayores describen las características que pueden determinar con los sentidos, de esta forma observan, comparan y clasifican e incluso tratan de identificar a qué animal pertenece cada corazón a partir del tamaño. Además establecen aquellas características que están presentes en todos los corazones llegando a aprender a generalizar: por ejemplo, que tienen agujeros o el sonido del corazón. En 3 años, cabe señalar que empiezan a realizar asociaciones de causa-efecto por ejemplo, cuando tienen una herida y les sale sangre con un sentimiento, que les duele. En el caso de los 5 años, profundizan un poco más y realizan asociaciones basadas en experiencias realizadas en cursos anteriores (principalmente con otros órganos como los pulmones o el cerebro), por lo que van ampliando su modelo de cuerpo humano al relacionar

conceptos ya vistos con los conceptos nuevos. Además, todos ellos comunican generalidades sobre el corazón, y en especial, señalamos aquella que propone una de las niñas de 5 años, en la que hace la analogía de las venas y las arterias con los toboganes de las piscinas, por lo que se intuye un inicio hacia la modelización que se podría trabajar aprovechando la capacidad que manifiestan. Es por ello, que en sucesivas sesiones se trabajará a través de una maqueta, el modelo del corazón para explicar el funcionamiento de la circulación sanguínea en los humanos y completar sus conocimientos hacia un modelo más complejo del cuerpo humano.

Agradecimientos

A los proyectos EDU2016-76743-P (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) y PIIDUZ_17_169 (Universidad de Zaragoza) y al grupo de investigación consolidado BEAGLE: Investigación en Didáctica CCNN (IUCA). También queremos agradecer a Amparo Herves y Alicia Muñoz su inestimable colaboración en este trabajo.

Referencias bibliográficas

Cabello Salguero, M.J. (2011). Ciencia en educación infantil: la importancia de un "rincón de observación y experimentación" o "de los experimentos" en nuestras aulas. *Pedagogía Magna*, *10*, 58-63.

Eshach, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools*. Dordrecht (The Netherlands): Springer.

García-Carmona, A., Criado, A.M., & Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(2), 131-149.

Harlen, W. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. Trieste (Ital): Science Education Programme (SEP) of IAP.

Holstermann, N., Grube, D.,& Bögeholz, S. (2009). The influence of emotion on students´ performance in dissection exercises. *Journal of Biological Education*, 43.4, 164-168.

Jiménez-Aleixandre, M.P., & Crujeiras, B. (2016). *Epistemic practices and scientific practices in science education.* In Keith S. Taber and Ben Akpan (eds.), Science Education: An International Course Companion pp.69-80. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Mazas, B., Mateo, E., Gil-Quílez, M.J., & Sáez, M.J. (2017). How do we see? Light, eyes and brain in early childhood.12th Conference of the European Science Education Research Association. Dublín, Irlanda.

NSTA, National Science Teachers Association. (2005). *Responsible use of live animals and dissection in the science classroom. NSTA Position Statement*. Retrieved May, 29, 2009 from www.nsta.org/about/positions/animals.aspx.

Posse Hernanz, P. (1997). ¿Hacer ciencia en el primer ciclo de educación infantil? *Aula de Innovación Educativa,62*, 11-13.

Reiss, M.J., & Tunnicliffe, S.D. (2001). Students´ understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, *31*(3), 383-399.

Sanmartí, N., & Tarín, R.M. (2008). Proyectos y actividades para cambiar el entorno. *Aula de Infantil*, *44,* 5-20.

El reclamo "natural" como recurso para trabajar el pensamiento crítico en futuros maestros de educación infantil

Naira Concepción Díaz Moreno y Anabella Garzón Fernández

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Educación, Universidad de Almería

nairadia@ual.es

Resumen:

Dentro de las competencias incluidas en el título de Grado en Educación Infantil, se hace referencia a que el alumnado en formación aprenda a "analizar e incorporar de forma crítica las cuestiones más relevantes de la sociedad". Son diversas las investigaciones que han puesto de manifiesto las dificultades que presenta el alumnado universitario a la hora de hacer uso del pensamiento crítico para resolver un problema o tomar decisiones fundamentadas. Estamos sometidos a una gran cantidad de información relacionada con cuestiones sociocientíficas provenientes de los medios de comunicación y a la publicidad; información que muchas veces es poco científica y contradictoria. A partir de un cuestionario para obtener información sobre conocimientos, hábitos y actitudes ante ciertos mitos relacionados con la alimentación, se presenta una propuesta de actividades adaptado del cuestionario C.R.I.T.I.C. (Bartz, 2002) y con aportaciones de Paul y Elder (2005) se pretende que el alumnado desarrolle habilidades relacionadas con el pensamiento crítico.

Palabras clave: Formación del Profesorado; Pensamiento crítico; Publicidad.

Introducción

En la actualidad, entre las principales competencias a adquirir por parte del alumnado universitario de los Grados en Educación, se encuentran aquellas que implican dotar al estudiantado de pensamiento crítico para que sea capaz de hacer un tratamiento adecuado de la información lo cual es de vital importancia para la profesión docente y el correcto desempeño de la misma. Ya en la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior celebrada en 1998, se señalaba la necesidad de fomentar en el alumnado el pensamiento crítico y adaptarse a los rápidos cambios de nuestra sociedad. Existe un acuerdo unánime sobre la importancia que el pensamiento crítico tiene para los ciudadanos (Blanco, España, González y Franco-Mariscal, 2015) y sobre su consideración como una de las grandes finalidades de la educación científica (Osborne, 2014). Pese a estas demandas, lo cierto es que el desarrollo del pensamiento crítico no está muy presente en la práctica educativa (Blanco, España y Franco-Mariscal, 2017) y son diversas las investigaciones que han puesto de manifiesto las dificultades que presenta el alumnado universitario a la hora de hacer uso del pensamiento crítico cuando se les plantea un problema a resolver, o cuando se enfrentan a la toma de decisiones fundamentadas (Solbes y Torres, 2012). En línea con estos autores, creemos que la respuesta a esta situación pasa por que los docentes implementen experiencias didácticas en sus aulas, que posibiliten no sólo el aprendizaje de los contenidos de las materias, sino también el debate y la reflexión sobre lo expuesto, para contribuir así a

la formación en pensamiento crítico (Solbes y Torres, 2013: 3389). Y es por ello que, a fin de contribuir a este objetivo, hemos desarrollado una secuencia de actividades que relatamos en este trabajo.

Marco teórico

La rápida evolución científico-tecnológica que está viviendo nuestra sociedad, ha traído consigo que los medios de comunicación tenganactualmente un papel muy relevante dentro de nuestras vidas y que estemos muy influenciados por ellos a la hora de tomar decisiones. Estamos sometidos a gran cantidad de estímulos e influencias externas sobre todo debido a los medios de comunicación y a la publicidad (Cabello, España y Blanco, 2016). Recibimos mucha información, a veces contradictoria, en temas que nos afectan directamente como es nuestra salud, nuestros hábitos, nuestra alimentación o nuestra forma de consumir (López-Nicolás, 2016). La sociedad, debe de estar preparada para saber canalizar de forma adecuada toda esa información y para tomar decisiones razonadas y responsables, siendo necesario para ello el desarrollo del pensamiento crítico. En el sector alimentarioel fuerte desarrollo de las estrategias del marketing para la promoción publicitaria de sus productosconsiguenconvencer a gran parte de la población diana a la que va dirigida, afectando a las decisiones de consumo tanto a adultos como a los más pequeños, creándoles falsas creencias sobre los alimentos. La alimentación, está muy influenciada además por los mitos y costumbres sociales (Sánchez-García, 2016). Los mitos persisten, siempre y cuando el ambiente contribuya a ello, por tanto, se hace imprescindible que las personas tengan un espíritu crítico en relación a la información que se les llega por diferentes mediosya que nuestra salud depende en gran medida de ello.

La literatura ha sido extensa a la hora de definir el pensamiento crítico. Una definición clásica es la de Ennis (1996) que lo sitúa como el "pensamiento razonable reflexivo buscando decidir qué creer o qué hacer" y que involucra además diferentes actividades relacionadas con enjuiciar la credibilidad de fuentes de información. Por su parte, Yager (1993) relacionael pensamiento crítico con la capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas, mientras que Jiménez-Aleixandre (2010: p.39) afirma que "es la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella". Otros autores como Solbes y Torres (2012) hacen referencia a las capacidades de cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en razones válidas, detectar tendencias y errores de pensamiento y evaluar la credibilidad de las fuentes de información. No obstante, y a pesar de la variedad de definiciones del término si que existe consenso respecto a la comprensión de qué es el pensamiento crítico entendiendo este como una combinación de habilidades y actitudes (Ten DamyVolman, 2004); siendo las habilidades los elementos cognitivos, saber qué hacer y las actitudes la predisposición de los estudiantes hacia el pensamiento crítico.

En este trabajo asumimos la definición de pensamiento crítico de Paul y Elder (2006) que lo definen como el "modo de pensar –sobre cualquier tema, contenido o problema– en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales". Así, y según estos autores un pensador crítico y ejercitado se caracterizapor formular problemas y preguntas vitales, con claridad y precisión; acumular y evaluar información relevante, usando ideas abstractas para interpretar la información; llegar a conclusiones y soluciones, probándolas con criterios y estándares representativos; pensar con una mente abierta dentro de los sistemas alternos de pensamiento, reconocer y evaluar los supuestos, implicaciones y consecuencias prácticas e idear soluciones a problemas complejos comunicándolas efectivamente. Estos autores contemplan además una serie de "elementos de razonamiento"que nos permiten determinar los desempeños alcanzados por el alumnado con respecto al pensamiento crítico tal y como se describe en el siguiente

epígrafe. Así, y teniendo en cuenta el potencial que brinda la formación en pensamiento crítico para toda la ciudadanía y la necesidad de profundizar en la interpretación de los conceptos científicos en las clases de ciencias (Torres y Solbes, 2016) se hace imprescindible desarrollar prácticas pedagógicas que inciten al alumnado a repensar su mundo y a reflexionar sobre él utilizando para ello contextos controvertidos, como el reclamo publicitario "natural", que nos sirvan para el cuestionamiento de la información y del posicionamiento tanto individual como colectivo frente a estas cuestiones. En el marco del Grupo de Innovación Docente "Desarrollo del pensamiento crítico a través de las TIC en la formación inicial del profesorado" de la UAL hemos diseñado una intervención docente centrada en trabajar el pensamiento crítico en futuros maestros de Educación Infantil desde la perspectiva del análisis publicitario que desarrollamos a continuación.

Metodología

Los alumnos/as que comprenden la muestra corresponden al Grado en Educación Infantil de la Universidad de Almería de los cursos y asignaturas siguientes:de 2º curso 153 alumnos yde 4º curso180 alumnos de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales con un total de 333 alumnos. La temática que se trata son los"Alimentos naturales y alimentos procesados". Las propuesta consta de 3 fases que relatamos a continuación.

1. Se ha diseñado un cuestionario que consta de 3 partes: I) Conocimientos e ideas previas sobre alimentación, II) Actitudes hacia una alimentación saludable, III) Creencias y mitos relacionados con la alimentación y grado de influencia de la publicidad. Se recogen los datos del cuestionario.

2. Se lleva a cabouna sesión introductoria, donde se les indican las características que debe cumplir un buen pensador/a crítico/a (según modelo de Paul y Elder,2006).

3. Se realiza una secuencia de actividades que consiste en:

3.1. Debate a partir de unas imágenes sobre "alimentos "naturales" y de alimentos "procesados", en el que el alumnado debe determinar cuáles consideran que son más naturales, más procesados o ultraprocesados y explicar el porqué. Después deben recabar información sobre los diferentes tipos de alimentos según su origen, procesamiento, composición, ingredientes, etc., para realizar una tabla como resultado de dicho análisis, además de argumentar el por qué de esa clasificación y redactar unas conclusiones y/o definir qué es para ellos un alimento natural, un alimento procesado o un alimento ultraprocesado, de esta forma pueden ver la necesidad de llegar a generalizar después de estudiar diferentes ejemplos.

3.2. Lectura del artículo breve "El secuestro de las palabras en la alimentación" de Aitor García. https://metode.es/revistas-metode/secciones/cajon-de-ciencia/segrest-paraules-nutricio.html

Preguntas tras su lectura: ¿qué es natural en alimentación hoy en día?,¿qué consideras artificial y natural en tu alimentación?, ¿Es mejor un alimento sin aditivos?, ¿debemos elegir preferentemente alimentos que indiquen en su envase "sin químicos", "sin aditivos"?Argumenta tu respuesta. ¿Qué composición tienen los alimentos? Busca información y redacta un pequeño informe y conclusiones sobre ello.

3.3. Análisis del artículo: https://www.midietacojea.com/2015/10/21/de-la-quimiofobia-a-la-naturofobia-en-alimentacion/

En ésta actividad se utiliza el cuestionario C.R.I.T.I.C. propuesto por Bartz (2002), con las aportaciones de Paul y Elder (2005) y del grupo de investigación LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) de la UAB (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2012). Con dicho

cuestionario se trata de promover que el alumnado identifique las principales ideas del discurso y los intereses y el punto de vista del autor/a, además de analizar la fiabilidad y validez de las pruebas y/o argumentos que presenta, así como detectar imprecisiones, contradicciones, o falta de evidencias, aspectos necesarios para una lectura analítica, comprensiva y crítica. En la tabla 1, se presenta las partes del análisis CRITIC y las preguntas para guiar dicho análisis.

Tabla 1. Cuestionario C.R.I.T.I.C. (adaptado de Bartz, 2002)

		Preguntas
C	Consigna	¿Cuál es la idea principal? ¿Qué problema se expone?
R	Rol del Autor	¿Quién ha escrito el artículo? ¿Qué pretende con él?
I	Ideas	¿Cuál es el punto de vista del autor? ¿Qué ideas nos quiere transmitir?
T	Test	¿Cómo podríamos comprobar si lo que dice es verdad?
I	Información	¿Qué argumentos expone para convencernos?
C	Conclusión	Escribid un texto argumentativo justificando por qué no es adecuada la quimiofobia como la "naturofilia" en la alimentación.

3.4. Visualización de un anuncio en el que se utiliza el término "natural" para pretender dar más valor a dicho alimento: https://youtu.be/iCE5qXqvS7A

Preguntas tras el visionado: El pan de molde, ¿es tan "natural" como nos dicen? ¿Qué ingredientes tiene?; ¿Qué diferencias hay entre este pan "natural", con un pan elaborado de forma artesanal, o los diferentes panes que podemos encontrar en el mercado? Diferenciar los diferentes tipos de panes según su procesamiento, ingredientes, elaboración, etc.

3.5. Elaboración de un anuncio y portafolio. Tras analizar diferentes vídeos y estrategias de la publicidad de las industrias alimentarias, el alumnado organizado en pequeños grupos diseñará y grabará vídeos publicitarios de distintos alimentos a modo de contrapublicidady con la finalidad de destapar algunos de los engaños publicitarios que se utilizan como reclamo. Además, junto con esta producción elaborarán un portafolio donde se recogerán todas las actividades realizadas y reflexiones acerca del proceso seguido y del material audiovisual creado.

4. Por último, se vuelve a realizar el cuestionario inicial con el objetivo de determinar los conocimientos adquiridos después de realizar la propuesta de actividades.

Resultados preliminares

Se presentan resultados preliminares que serán completados una vez se concluya la realización de la propuesta de actividades. No obstante, sí que disponemos de los resultados del cuestionario inicial. Tras el análisis de los mismos y en relación al primer bloque de preguntas relacionadas con los conocimientos e ideas previas sobre alimentación hemos obtenido que el alumnado tiene ciertos conocimientos generales sobre alimentación pero consideran que las vitaminas y minerales debemos tomarlos como complemento y que nos aportan energía. Confunden lo que son macronutrientes y micronutrientes, incluyendo las vitaminas dentro de los nutrientes que necesitamos en mayor cantidad y no son capaces de diferenciar entre alimentación y nutrición. Las definiciones dadas para la alimentación, nutrición y dieta saludable han sido comprendidas y están en su mayoría de acuerdo con ellas. No obstante, creen necesario tomar alimentos funcionales o suplementos para mejorar nuestra alimentación.

En relación al segundo bloque de preguntas relacionadas con lasactitudes frente a una alimentación saludable los maestros en formación de educación infantil consideran que comen de forma saludable pero admiten consumir más alimentos procesados y envasados que frescos y poco elaborados. Un gran porcentaje de respuestas van muestran que no les preocupa su alimentación y deciden comer según gustos y rapidez en la preparación. Sin embargo, un 40 % de los alumnos comen en casa de sus padres o comida preparada por ellos admitiendo que comen de forma saludable por este motivo. Además, consideran de manera generalizada que saltarse comidas es bueno para perder peso y son conscientes de que deben dedicar más tiempo y dinero para alimentarse de forma saludable, pero no desarrollan las actitudes necesarias para procurar alimentarse de forma más saludable. En relación al bloque de preguntas relacionadas con los alimentos naturales y procesados, la mayoría estima que los alimentos procesados contienen más grasas, azúcares y sal, pero no son conscientes de su bajo valor nutritivo respecto a otros alimentos frescos. Consideran a los alimentos naturales mejores para su salud y el reclamo "natural" les da confianza sobre ese alimento. No consumen alimentos ecológicos debido a su mayor precio o menor disponibilidad y consumengran cantidad de bebidas envasadas como refrescos, cerveza o zumos con las comidas, aunque también agua envasada que la consideran mejor que la del grifo. Han consumido con frecuencia alimentos publicitados y reconocen que al aparecer personas con bata blanca lo asocian a médicos y les da más credibilidad. Un gran porcentaje de alumnos reconoce estar influenciado por la publicidad a la hora de consumir productos alimentarios. Por último, respecto al bloque final sobre las creencias y mitos relacionados con la alimentación comprobamos que muchos de éstos son considerados ciertos por el alumnado sin pararse a comprobar su veracidad. Así, toman como verdaderas afirmaciones del tipo los alimentos "light" ayudan a adelgazar, saltarse las comidas adelgaza o los alimentos integrales tienen menos calorías. Se observa también en los resultados un alto consumo de leches sin lactosa, a pesar de no tener intolerancia o productos con fibra para compensar el consumo de productos carentes de ésta.

En general con los datos preliminares obtenidos tras realizar el cuestionario comprobamos que los futuros maestros de infantil son muy influenciables por la publicidad, hasta el punto de condicionar la elección de alimentos en función de ésta y que no dedican tiempo a analizar etiquetado de alimentos para saber lo que comen. No son capaces de desarrollar por tanto un pensamiento crítico sobre creencias o mitos alimentarios, o sobre anuncios publicitarios. No obstante, creemos que el cuestionario no aporta la suficiente información como para poder obtener unas conclusiones definitivas por lo que consideramos necesario llevar al aula esta temática tal y como se propone en nuestra secuencia de actividades, con la finalidad de desarrollar el pensamiento crítico de los maestros de infantil en formación proporcionándoles las herramientas necesarias para interpretar la información que aparece en la publicidad.

Referencias bibliográficas

Bartz, W.R. (2002): «Teaching Skepticism via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer». *The Skeptical Inquirer,* 26(5), pp. 42-44.

Blanco, A., España, E. y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. Ápice. Revista de *Educación Científica* 1(1), 107-115. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004

Blanco, A., España, E., González, F.J. y Franco-Mariscal, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 164-198.

Cabello, A., España, E., y Blanco, Á. (2016). *La competencia en alimentación.* Barcelona: Octaedro recursos.

Ennis, R.H. (1996). *Critical thinking*. New York: Prentice Hall.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas.* Barcelona: Graó

López-Nicolás, J.M. (2016). *Vamos a comprar mentiras*. Ed. Cálamo. Palencia

Marbà, A.; Márquez, C. y Sanmartí, N. (2009): «¿Qué implica leer en clase de ciencias? Reflexiones y propuestas». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* núm. 59, pp. 102-111.

Oliveras, O., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2012). Aprender a leer críticamente. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (70), 37-45.

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.

Paul, R., y Elder, L. (2006). The miniature guide to critical thinking concepts and tools. Foundation for critical thinking. Recuperado el 20 de Enero de 2018 de http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf.

Sánchez-García, A. (2016). *Mi dieta cojea: Los mitos sobre nutrición que te han hecho crecer* (2ªda. ed.). Barcelona, España: Paidós

Solbes, J. y Torres, N. Y. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269. DOI:10.7203/DCES.26.1928. Recuperado de: file:///C:/Users/marfe/Downloads/1928-5980-1-PB.pdf Fecha de consulta: 27 de julio de 2017.

Solbes, J. y Torres, N. Y. (2013). *Concepciones y dificultades del profesorado sobre el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 13 (nº extra: IX Congrèsd'Investigació en Didàctica de les Ciències), 3389-3393. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308434 Fecha de consulta: 27 de julio de 2017.

Ten Dam, G., y Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: Teachingstrategies. *Learning & Instruction*, 14(4), 359–379.

Torres, N. Y., Solbes, J., (2016) Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones socio-científicas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.2, pp. 43-65

Yager, R. E. (1993). Science and critical thinking. In Clarke, J. H. y Biddle, A. W. (eds.). Teachingcritical thinking: Reports from across the curriculum. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Realidad aumentada en las aulas: un ejemplo de su uso en la enseñanza de conceptos químicos

Manuel Mora Márquez, Elisabeth Calvo Pérez, José Joaquín Ramos Miras, Sebastián J. Rubio García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales, Universidad de Córdoba,

q82momam@uco.es

Resumen:

Las nuevas tecnologías han moldeado nuestra forma de vivir en sociedad, así como nuestra forma de remodelar la enseñanza. Esto implica dar más protagonismo al alumnado en pro de un aprendizaje más significativo de los conceptos mostrados en el aula. En la comunicación se presenta un juego basado en el uso de la realidad aumentada, con el objeto de enseñar conceptos químicos tales como moléculas y/o reacciones químicas, para un nivel educativo variable entre el tercer ciclo de la Educación Primaria y el cuarto curso de Educación Secundaria. Tanto el tablero como los modelos tridimensionales usados son de autoría propia y para la visualización se ha utilizado el programa de realidad aumentada Augment. Asimismo, se proponen la visualización de vídeos de 360° para explicar la reactividad de los compuestos químicos mostrados, mediante el uso de gafas de realidad virtual. El uso de estos entornos virtuales, que aquí se presentan a partir de una propuesta concreta, es extensible a otros ciclos y otras materias, pudiendo generarse un volumen de material didáctico de una forma sencilla, utilizando aplicaciones de modelaje y visualización 3D

Palabras clave: Realidad aumentada; Didáctica de la Química; Modelización 3D; Enseñanza virtual.

Introducción

La incorporación de las nuevas tecnologías al entorno aula han ido modificando las metodologías tradicionales de enseñanza de una forma progresiva, provocando también un cambio en los roles del alumnado y el profesorado (Cabero, Salinas, Duarte y Domingo, 2000), (Salinas, 2004), (Soto, Senra y Neira, 2009). En este sentido, el uso de las nuevas tecnologías responde con acierto a las necesidades educativas actuales, siendo el entorno basado en los ambientes virtuales de aprendizaje uno de los más prometedores con respecto al aprendizaje de contenidos en el aula (Pan y col, 2006).

Dentro de estos ambientes de aprendizaje, la realidad aumentada (RA) es una de las tecnologías más prometedoras, por sus grandes bondades con respecto a las situaciones planteadas en el aula. Esta tecnología nos permite "interaccionar en tiempo real con la realidad, visualizar fenómenos no perceptibles y comparar un objeto o fenómeno desde diferente perspectivas" (Almenara y Osuna, 2016). Asimismo, es una tecnología interactiva que permite combinar información de diferente tipología (como puede ser texto, vídeo, audio y objetos en 3D), ofreciendo una "realidad mixta donde se integran en tiempo real objetos virtuales" (Cabero y García, 2016). De esta forma, la tecnología RA puede definirse como una "combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física" (Cabero y Barroso, 2016, pp. 46). Esta tecnología no

resta información ni reemplaza el mundo real por un mundo virtual, sino que "al contrario, mantiene el mundo real y complementa con información superpuesta, de tal forma que el usuario recibe estímulos del contexto real y al mismo tiempo puede interaccionar con esa información virtual superpuesta" (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe, 2007). Estas bondades dan pie a un aprendizaje centrado en el descubrimiento y que permite mejorar la información que maneja el alumnado, ofreciendo entornos, lugares históricos u objetos difíciles de conseguir y/o visitar (Martínez, Olivencia y Terrón, 2016).

En la presente comunicación se ofrecen algunos datos iniciales de la puesta en marcha de un juego para la enseñanza de conceptos químicos, basado en el uso de la tecnología RA.

Objetivos

Para llevar a cabo esta propuesta, se han tenido en cuenta una serie de objetivos, que son los que se muestran a continuación:

- Montar un juego sencillo, basado en la realidad aumentada y en la visualización de videos en 360°, para enseñar estructuras moleculares y reacciones químicas, en los niveles de Primaria y Secundaria.
- Mostrar conceptos químicos desde el prisma de la Didáctica de la Química.
- Mostrar las potencialidades de la realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Metodología

Esta propuesta se enmarca dentro de la convocatoria de divulgación científica "Ingenios en ruta", promovida por la Unidad de Cultura Científica (UCC+i) de la Universidad de Córdoba y que se basa en llevar las investigaciones científicas del profesorado que se apunta a la convocatoria a los centros de educación primaria y secundaria de la provincia de Córdoba.

Al ser una propuesta a nivel divulgativo, se tiene en cuenta una serie de factores como son la heterogeneidad del grupo-clase (distintos niveles educativos, que van desde el tercer ciclo de primaria hasta cuarto curso de ESO), la adecuación de la propuesta a una charla genérica sobre Química, definición conceptual de átomo, molécula y reacción química, el tiempo de interacción con el juego (que se pauta a un máximo de 20-25 minutos), etc. Estos factores hacen que esta propuesta esté en una fase inicial, siendo necesaria para su implantación una definición más pausada de la metodología del uso de la realidad aumentada.

Asimismo, para llevar a cabo esta propuesta se han definido 4 fases fundamentales: el diseño del juego; la modelización de las partes digitales del juego; el uso de una plataforma de realidad aumentada y la carga del material digital creado; la puesta en marcha del juego y la recogida de impresiones sobre el mismo.

La propuesta Química Aumentada – The Game

La idea inicial que subyace en esta propuesta se sustenta en el Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del Bachillerato, concretamente en los contenidos del bloque 3 Los cambios de la ESO. En estos contenidos se establecen algunos criterios de evaluación como "Realizar experiencias de laboratorio en las que tengan lugar reacciones de síntesis, combustión y neutralización, interpretando los fenómenos observados", "Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar" o "Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando

indicadores y el pH-metro digital", siendo algunos de ellos, por las características de los centros de Secundaria, imposibles de llevar a cabo (ya sea por la instrumentación obsoleta, la no existencia de un laboratorio de prácticas o la no contemplación de prácticas experimentales a estos niveles educativos).

Sobre estos déficits se cimenta la presente propuesta, que pretende aunar los conceptos relacionados con las reacciones químicas y las nuevas tecnologías, permitiendo al alumnado diferenciar entre cambios químicos y cambios físicos y/o comprender reacciones sencillas con compuestos de su entorno cotidiano (como son azúcar, limón, agua o bicarbonato).

Para llevar a cabo la propuesta, se ha diseñado el tablero (figura 1), estableciéndose 4 zonas de juego.

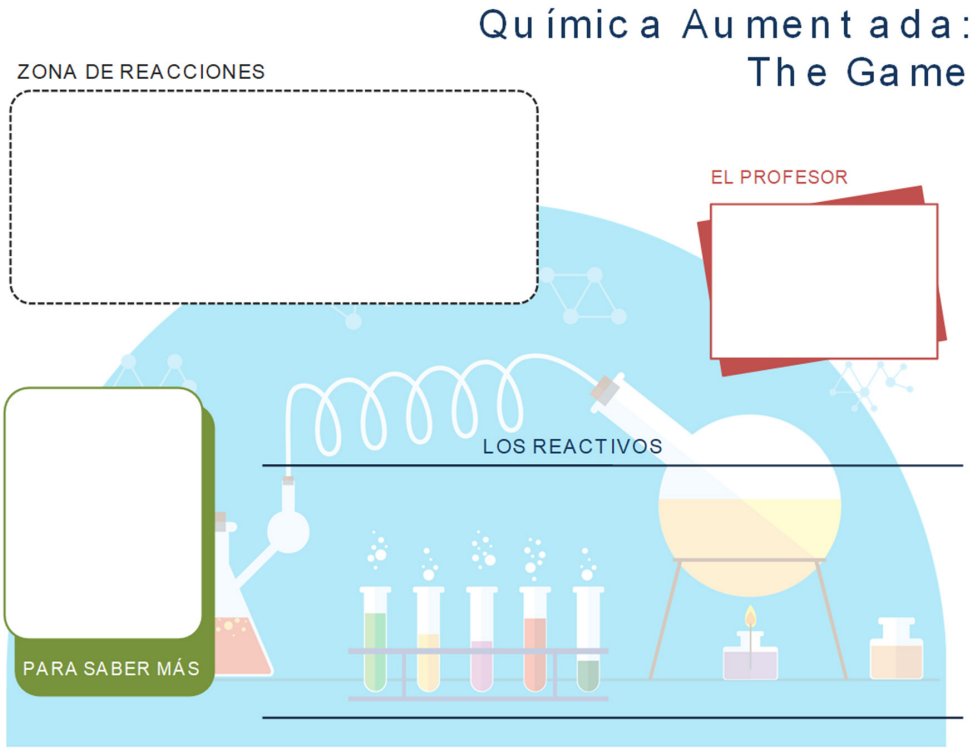


Figura 1. El tablero del juego

El juego empezaría en la zona del *Profesor* (cartas rojas), donde se establecerán los diferentes pasos a seguir. A través de dicha guía, el alumnado sabrá que primero tienen que estudiar la estructura molecular de los compuestos (cartas azules) en la zona de *Reactivos*, donde el alumnado podría ver como se ordenan los distintos átomos dentro de cada molécula. Para esta primera versión del juego se han elegido 8 sustancias o reactivos: limón, bicarbonato, agua, sal, etanol, azúcar, ácido sulfúrico y zinc.

La ordenación atómica de cada molécula puede dar al alumnado una primera idea sobre su reactividad, fundamental para entender la última fase del juego. Por otro lado, siguiendo la guía-profesor, si el alumno o alumna quiere saber más del compuesto en cuestión, deberá escanear las cartas naranjas, dedicadas a ofrecer información adicional (son los llamados ¿Quieres saber más sobre…?) y que se pondrán en la zona de *Para saber más*. Por último, una vez escaneadas las estructuras y leídas toda la información adicional, en la *zona de reacciones* el alumnado elegirá una combinación binaria de compuestos para ver, con la ayuda de gafas de realidad virtual, si la opción seleccionada lleva a una reacción química o sólo es un proceso físico (estando en este

juego establecidos solamente, por ahora, los procesos de dilución). Un ejemplo de los tipos de cartas se muestra en la figura 2.

En este juego se pretende que el alumnado explore y conozca más sobre compuestos químicos que pueden encontrar en su entorno cotidiano, ya sea a partir de sus estructuras tridimensionales, que dan una idea de su reactividad, o sea a partir de los datos de su uso industrial (ácido sulfúrico o zinc) o a nivel fisiológico (azúcar, bicarbonato o etanol, por poner algunos ejemplos). Además, con el uso de la realidad virtual y la visualización de videos en formato 360° se obtiene una inmersión total en un laboratorio real de investigación, pudiendo este alumnado explorar dicho laboratorio o atender, de forma individualizada, al desarrollo del proceso químico seleccionado.

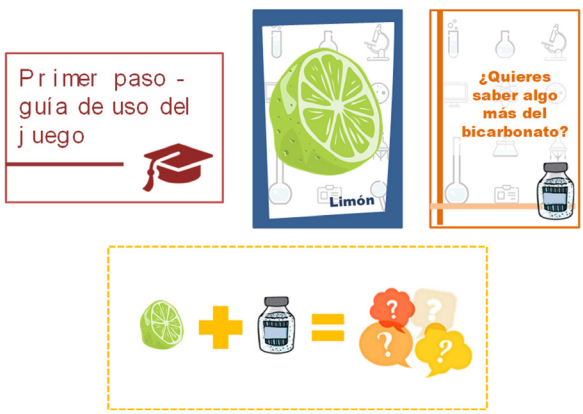


Figura 2. Ejemplos de los tipos de cartas empleadas en el juego de realidad aumentada. **Figura 3**. La visualización del profesor del juego en el entorno Augment

La plataforma Augment y la modelización del entorno virtual

Como se ha comentado anteriormente, para la visualización de los entornos digitales creados se utilizó la plataforma Augment (www.agument.com) Esta plataforma gratuita, que tiene una versión app tanto en el sistema Android como en IOS, nos ofrece la posibilidad de mostrar entornos virtuales de una forma fácil. Es posible seleccionar de librerías el modelo en cuestión y visualizarlo (ofrece en su catálogo una amplia variedad de modelos categorizados de diseño libre), o podemos alojar nuestros modelos generados. En ambos casos, necesitamos definir un *tracker* o guía donde fijar el modelo tridimensional seleccionado. Una de las ventajas de esta plataforma de realidad aumentada es que dicho *tracker* puede o no ser un código QR, pudiendo seleccionar cualquier imagen en formato jpg, jpeg, bmp, png o gif.

Por otro lado, el uso de este entorno virtual puede realizarse desde cualquier dispositivo móvil que tenga instalada la app correspondiente. Parra visualizar el contenido, el alumnado sólo debe escanear el tracker seleccionado y una vez mostrado, puede mover, girar y aumentar el modelo 3D.

En la propuesta, se definieron todos los trackers y todos los modelos tridimensionales, que están alojados de forma pública para ser usados por cualquier docente. La idea de generar este material propio era diseñar un juego de autoría propia, evaluando en el proceso la dificultad o no de llevar a cabo todo el desarrollo. Los modelos tridimensionales se generaron en un programa de diseño llamado Blender, de licencia gratuita y de fácil uso.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de la modelización realizada y de la visualización en el entorno de la plataforma Augment (en este caso, se muestra el profesor que actúa como guía del juego).

Algunos resultados e impresiones recogidas

Dentro de los resultados preliminares cualitativos, el más destacable fue la gran aceptación del alumnado por descubrir las partes del juego e interaccionar con los dispositivos tecnológicos usados en la propuesta (tablets y móviles). En algunos casos, la no lectura de las reglas de juego de una forma detenida o la dificultad a la hora de escanear las tarjetas guía suponían un problema a la hora de llevar a cabo exitosamente la propuesta en clase. En este sentido, el alumnado apuntó al factor tiempo como el gran responsable de no llevar a cabo toda la propuesta-juego, si bien es cierto que la interacción con los modelos tridimensionales creados se desarrolló sin esa problemática. Como se ha comentado, al ser la parte final de una charla de divulgación científica y no disponer más de 25-30 minutos, estas experiencias quedaban en muchos casos resumidas a una pincelada del uso de estos entornos virtuales.

Por otro lado, la gran aceptación del uso de las gafas de realidad virtual para visualizar entornos en 360° fue una de las sorpresas de la puesta en marcha de la propuesta, quedando el alumnado impresionado de la inmersión dentro de un laboratorio, mientras que el profesor del juego, en un entorno virtual, realizaba las reacciones químicas seleccionadas.

Algunas imágenes recogidas sobre el uso del juego en los centros visitados se muestran en la figura 4.

Figura 4. El uso de Química Aumentada – The Game en alguna de las visitas a los centros de Secundaria

Conclusiones

Realizar propuestas educativas usando entornos de realidad aumentada permite promover un aprendizaje más vivencial en el alumnado, que bajo las premisas del trabajo autónomo, es capaz de generar conocimiento gracias a que la herramienta utilizada, la tecnología RA, es lo suficientemente potente para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, en la comunicación se han mostrado algunos resultados de la puesta en marcha de un juego, en el entorno de la realidad aumentada, para la enseñanza de conceptos químicos. Durante el desarrollo de dicho juego, se ha generado todo el material digital, que ha quedado a disposición de los docentes en la biblioteca de la plataforma Augment.

La flexibilidad de la propuesta, que puede aumentar la carga de compuestos químicos y/o vídeos de realidad virtual, es una de las grandes ventajas detectadas, siendo el tiempo de juego o el

desconocimiento de la plataforma y/o la no interpretación de las reglas del juego dos de los inconvenientes más notables. En todos los casos, las respuestas del alumnado fueron positivas con respecto a la introducción del momento de trabajo bajo el entorno virtual, que permite conectar con sus inquietudes y su forma de trabajar con las nuevas tecnologías. En este sentido, la realidad aumentada permite desdoblar la información proporcionada, repercutiendo de manera notable en el proceso de aprendizaje desarrollado.

Paralelamente a esta conclusión, aparece la flexibilidad del uso de un entorno virtual para la enseñanza-aprendizaje de conocimientos que puede abarcar todas las etapas educativas, pudiendo usar este entorno en infantil de una forma complementaria a pizarras digitales en el trabajo de la lectoescritura o usarla en carreras universitarias para el modelaje de piezas industriales, por poner dos ejemplos dispares de esta adecuación de un entorno de realidad aumentada. Si bien pudiera parecer que para desarrollar estas propuestas se necesita un conocimiento exhaustivo de programación y/o modelización 3D, en realidad es lo contrario: existen numerosas páginas de contenido digital en abierto donde se ofrecen modelos 3D y las herramientas que permiten su visualización (en este caso, Augment) permiten cuentas docentes gratuitas.

En futuras ampliaciones del juego, que tendrán su reflejo en sucesivos trabajos, los autores de la propuesta evaluarán, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, la potencialidad del uso de estos entornos virtuales, que resulta ser una corriente didáctica muy en boga con respecto a la bibliografía consultada.

Bibliografía

Almenara, J. C. y Osuna, J. B. (2016). Ecosistema de aprendizaje con «realidad aumentada»: posibilidades educativas. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, (5).

Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., RouèchE, C. Y Olabe, J.C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: Una tecnología emergente. Comunicación presentada a Online Educa Madrid en 7a Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías, Madrid.

Cabero, J. y Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la realidad aumentada. NAER. *New Approaches in Educational Research*, 5(1), pp. 46-52.

Cabero, J. y García, F. (coords.)(2016). Realidad aumentada: tecnología para la formación. Madrid, Síntesis.

Cabero, J., Salinas, J., Duarte, A. y Domingo, J. (2000). Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Madrid, Síntesis.

Martínez, N. M. M., Olivencia, J. J. L., & Terrón, A. M. (2016). Mobile learning, Gamificación y Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje de idiomas. IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation, (6), 16-34.

Pan, Z., Cheok, A.D., Yang, H., Zhu, J. y Shi, J. (2006) "Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments", Computers & Graphics, vol. 30 (1), pp. 20-28.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1(1).

Soto, C. F., Senra, A. I. M. y Neira, M. C. O. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa, (29).

Simposio 2

Espacios de innovación en Educación Infantil: generación de conocimientos en escenarios educativos diversos

Josu Sanz
(coord.)

A través de las comunicaciones que se presentan en este simposio tenemos la oportunidad de conocer una diversidad de experiencias donde la universidad se proyecta hacia otros espacios y otros actores. Escenarios de participación diversos, incluso en lo físico, donde se genera un conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje del medio y de las ciencias en infantil.

En la primera de las comunicaciones el foco de la formación del profesorado se traslada a la realidad de las escuelas de infantil, a través de una experiencia de Aprendizaje y Servicio. Se pone al alumnado del Grado en el centro de la acción docente, reforzando su autonomía y su compromiso con la escuela. Pero además se produce una acción transformadora en el profesorado universitario, y se abre una nueva dimensión en la relación universidad–escuela.

Esa misma necesidad de reforzar la práctica educativa con la escuela es también lo que mueve a los investigadores de la segunda comunicación. En este caso universidad y escuela confluyen en un espacio neutro: un parque de la ciudad y un proyecto llamado 'La ciudad de los niños y las niñas'. Es un tiempo de descubrimientos: los niños re-descubren los espacios de ese parque a través del juego libre, de los cuentos o de los experimentos; el alumnado universitario re-descubre una nueva relación con esos niños y con su compromiso como docentes.

El tercer trabajo nos ofrece también un espacio nuevo para la educación infantil como es el bosque. Dos escuelas infantiles alternaran semanalmente y durante todo el curso escolar su modelo 'tradicional' con el modelo pedagógico escuela del bosque. Una experiencia que merece la pena ser narrada y contada, y un escenario nuevo también desde la investigación educativa: es una magnífica oportunidad de generar un conocimiento científico sobre los potenciales beneficios cognitivos y afectivos del contacto continuo de los niños con la naturaleza.

El último trabajo nos devuelve de nuevo a la escuela, donde las maestras, mediante el trabajo por proyectos ofrecen a los niños oportunidades para investigar y construir explicaciones sobre fenómenos naturales (proyecto 'caracoles', proyecto 'nubes'…), y que sirven a su vez a los investigadores para conocer cómo los niños y las niñas construyen su conocimiento científico. Es un contexto de aprendizaje rico, donde las tutoras guían a los niños a través de prácticas científicas como la indagación o el uso de pruebas.

En varios de sus trabajos Christina Siry aboga porque los docentes seamos capaces de investigar nuestra propia práctica, para de-construir y re-construir el concepto que podamos tener de ciencia (especialmente en la etapa de infantil), y de su enseñanza y aprendizaje, que es ciertamente multidimensional y compleja. Tomando esta referencia, en las comunicaciones que se presentan en este simposio se ofrecen ejemplos de cómo los estudiantes del Grado han profundizado sobre su experiencia de aprender a través de actuaciones innovadoras como el Aprendizaje y Servicio. También como diferentes investigadores se ha aproximado al ámbito del aprender de los niños, bien en su propia escuela a través de las prácticas científicas guidas por sus maestras, e incluso en un tránsito de la escuela a espacios como un parque o un modelo de escuela del bosque.

Una experiencia de aprendizaje y servicio en la formación inicial en ciencias de maestros y maestras de educación infantil

José Cantó Doménech

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia

jocando@uv.es

Resumen

En la presente comunicación se muestran los principales resultados de una experiencia de Aprendizaje y Servicio llevada a cabo con alumnado de 4º curso del Grado de Maestro/a en Educación Infantil de la Universidad de Valencia en el Campus d'Ontinyent, dentro de su formación universitaria en el ámbito de las ciencias. En dicha experiencia se han visto involucradas tres asignaturas (dos obligatorias y una optativa), así como distintos centros escolares de la ciudad de Ontinyent, donde los estudiantes de grado pudieron poner en práctica sus propuestas. Los resultados indican que el uso de este tipo de metodologías incrementa el interés de los estudiantes hacia los contenidos, las habilidades y las aptitudes que son deseables en el ámbito de ciencias en infantil, a la vez que ayuda a contextualizar la acción docente en su ámbito profesional.

Palabras clave: Aprendizaje y Servicio; Educación Infantil; enseñanza de las ciencias;

Introducción

El uso de metodologías activas en el ámbito de la educación en general y de la formación de maestros y maestras en particular, ha sido una constante desde finales del siglo XX. En este contexto nace el Aprendizaje y Servicio (ApS) como una propuesta didáctica y pedagógica mediante la que el alumnado se implica tanto en su futuro profesional, como en lo cotidiano de la comunidad escolar (Puig et al., 2007). En particular, y según la revisión realizada por Root, Calagan y Sepansky (2002), el ApS en la formación inicial de maestros y maestras, tiene dos resultados fundamentales: desarrolla la eficacia de la acción docente e incrementa el compromiso del papel del docente en la transformación de la sociedad. Además, también se indica que el hecho de tener experiencias de ApS en la etapa de estudiante favorece su posterior trabajo como docentes en activo. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el ApS es un medio para hacer visibles distintos aspectos competenciales y sociales que normalmente quedan ocultos (Hess, Lanig y Vaughan, 2007; Batllé, 2011).

Si nos centramos en la formación científica de los futuros maestros y maestras de educación infantil (EI), nos encontramos que, desde el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, cada vez existen más trabajos específicos de esta etapa educativa (Palmer, 2006; Pérez, 2008; Pro y Rodríguez, 2011; Siry, Ziegler y Max, 2012; Riviero et al., 2013; Martínez-Chico, Lopez-Gay y Jiménez, 2014; Cantó, Pro y Solbes, 2016; McNerney y Hall, 2017; Cantó, Pro y Solbes, 2017). Uno de los principales resultados es que las ciencias en EI no son una "simplificación" de otras superiores, sino que al tratarse de una etapa no propedéutica y con identidad propia, deben de tener necesaria-

mente unas características propias y, por tanto, necesitan una formación adecuadas a las mismas (Oliveira, 2010; Arias, Álvarez y Álvarez, 2013).

Por otra parte, a parte de las Prácticas de Enseñanza presentes en distintos cursos del Grado de Maestro/a en Educación Infantil, son pocas las ocasiones en que el formador universitario y el docente en activo de EI, pueden colaborar a pesar que ambos son piezas clave para conseguir que la formación inicial de los maestros y maestras sea lo más próxima a la realidad docente de nuestras aulas. Por eso, creemos, que es importante favorecer metodologías colaborativas entre ambas instituciones (escuela y universidad) y, por este motivo, uno de los principales objetivos de este proyecto que se presenta ha sido poder mostrar que, a pesar de las dificultades intrínsecas del mismo (coordinación horizontal, evaluación y calificación…), este tipo de iniciativas son necesarias y son posibles llevarlas a cabo. De esta manera nace el proyecto "Compenses en Infantil" cuyo propósito era concienciar al alumnado de EI (3-5 años) en aspectos como la eficiencia energética y la disminución de nuestra huella ecológica.

Dicho proyecto involucró a tres asignaturas cuatrimestrales de 4º curso del Grado de Maestro/a en Educación Infantil: dos obligatorias de 6 créditos (Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil y Didáctica de las Ciencias Sociales de la Educación Infantil) y una optativa de 6 créditos (Taller multidisciplinar del área: el medio físico, natural, social y cultural).

Metodología

Este proyecto se desarrolló en distintas fases (recogidas en la Tabla 1), siguiendo la metodología ApS entre alumnos de la Universidad y las escuelas mediante el que, por una parte, los estudiantes universitarios recibieron formación sobre la temática concreta y prepararon actividades sobre la misma para desarrollar en las aulas de infantil de Ontinyent; mientras que por otra, las escuelas acogieron a los estudiantes universitarios para poder implementar estas actividades, a la vez que podían hacer uso de los materiales preparados por el alumnado de grado. De esta manera, por una parte, los maestros y maestras en formación podían tener un contacto real con su futuro medio profesional y, por otra, las escuelas se involucraban en la formación inicial del profesorado y establecían relaciones de colaboración con la Universidad.

Los objetivos de esta acción didáctica se podían agrupar en dos tipologías distintas, según atendieran a las vinculaciones competenciales del Grado (Aprendizaje) o a las acciones a desarrollar (Servicio). En cuanto a las primeras, se trataba de contribuir a conseguir distintas competencias propias de la Titulación tanto genéricas (promover el trabajo cooperativo y el trabajo y esfuerzo individual; diseñar, planificar y evaluar la actividad docente y el aprendizaje en el aula en contextos multiculturales y de coeducación; saber trabajar en equipo con otros profesionales de dentro y fuera del centro en la atención a cada estudiante, así como en la planificación de las secuencias de aprendizaje y en la organización de las situaciones de trabajo en el aula y en el espacio de juego…) como específicas de ciencias (ver Tabla 2).

Por lo que se refiere a las segundas, los objetivos de servicio, se pueden resumir en tres:

1) Generar materiales adecuados para la EI sobre eficiencia energética, que estuvieran al alcance del profesorado de esta etapa.
2) Tener una experiencia real en las aulas de infantil por parte de los estudiantes de grado.
3) Lograr establecer puentes entre Universidad y Escuela.

De esta manera, los estudiantes trabajaron en grupo para realizar un modelo de Ficha de intervención didáctica que constaba de los apartados siguientes: Título de la actividad; Destinatarios; Área curricular en la cual se inserta; Relación con el programa Compenses; Objetivos curriculares que se pretenden favorecer; Resultados de aprendizaje que se pretenden conseguir; Papel del

niño/a y cuándo; Papel del maestro/a y cuándo; Material; Preparación; Desarrollo; Evaluación y Otras observaciones. Una vez realizada esta preparación, los estudiantes prepararon el material necesario y se entrevistaron con los maestros y maestras, como acción previa a realizar las actividades en los centros docentes que decidieron participar. Cada grupo realizó su actividad en dos grupos distintos, para poder tener una experiencia más completa y poder evaluar después diferencias y similitudes.

Tabla 1. Fases, cronograma y acciones del proyecto desarrollado

FASE	FECHAS	ACCIONES
1.- PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN	SEPTIEMBRE	- Planificación del calendario del proyecto. - Establecimiento de grupos de trabajo. - Contacto con los colegios.
	OCTUBRE Y NOVIEMBRE	- Formación sobre eficiencia energética. - Preparación de las actividades a realizar por cada grupo.
3.- EJECUCIÓN	NOVIEMBRE Y DICIEMBRE	- Realización de las actividades en los Centros docentes. Cada grupo visita en dos días distintos dos aulas.
4.- EVALUACIÓN ALUMNADO	DICIEMBRE	- Evaluación por parte de los estudiantes de la actividad como parte de su proceso formativo como futuros maestros y maestras.
5.- EVALUACIÓN	ENERO	- Evaluación por parte de los centros docentes y por el resto de agentes implicados en el proyecto. - Evaluación por parte de los docentes universitarios de todo el proceso.

Tabla 2. Relación de competencias genéricas y específicas a las que contribuía la acción desarrollada

Competencias específicas
• Conocer los fundamentos científicos y tecnológicos del currículo de esta etapa, así como las teorías sobre la adquisición y el desarrollo de los aprendizajes correspondientes. • Conocer la metodología científica y promover el pensamiento científico y la experimentación. • Elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción de ciencias, tecnologías, sociedad y desarrollo sostenible. • Promover el interés y el respeto por el medio natural mediante proyectos didácticos adecuados. • Fomentar experiencias de iniciación a las tecnologías de la información y la comunicación, y valorar su contribución en la mejora de los aprendizajes y conocer sus implicaciones en la educación de los niños. • Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes. • Estimular la percepción sensorial a través de múltiples experiencias con el propio cuerpo y en el medio natural

Resultados y discusión

Para poder evaluar la eficacia del proyecto, se realizó una evaluación que ha afectado a todos los actores de esta experiencia en el ámbito de la formación de maestros y maestras. En cuanto a los estudiantes, se hizo una evaluación del interés didáctico y profesional de la actividad y de la metodología empleada mediante un cuestionario abierto; mientras que, en por lo que se refiere a los centros docentes, se realizaron entrevistas con los docentes en activo participantes para estudiar aspectos tanto didácticos, como de tipo organizativo cara a realizar futuras acciones dentro del mismo ámbito colaborativo entre Escuela-Universidad. También los propios docentes en activo realizaron entrevistas con los niños y niñas para recoger su punto de vista. Por último, los docentes universitarios implicados también evaluamos esta acción.

Por cuestiones de limitación de espacio, en este trabajo, se presentarán las principales conclusiones en cuanto a los estudiantes y a los profesores universitarios. En cuanto al resto, puede verse una muestra en el vídeo institucional que se realizó (https://www.youtube.com/watch?v=rS_hIzhPJqA).

Los estudiantes valoraron muy positivamente tanto la experiencia, como el aprendizaje construido mediante la implementación del proyecto. Así, los dos aspectos que más han destacado de este proyecto de APS han sido: la autonomía que han tenido para desarrollar el proyecto y la conexión con la práctica docente. Otros aspectos que destacaron fueron la oportunidad de desarrollar sus propuestas dentro de un ámbito real y profesional con todo lo que ello atañe (adaptación al contexto, gestión de recursos y de tiempo…), lo cual les permitió desarrollar tanto las competencias profesionales del grado como parte de los objetivos docentes planteados en las tres asignaturas, por no hablar del desarrollo de habilidades sociales y cooperativas, tan necesarias en su futuro profesional.

Desde el punto de vista de los docentes universitarios responsables de las asignaturas de Grado, el principal resultado ha sido la transformación de las prácticas educativas, poniendo, mediante la utilización del ApS, al alumno en el centro de la acción docente. El hecho de desarrollar parte de la asignatura como un proyecto ha sido un desafío organizativo, pero que ha mejorado tanto el ambiente de aula, como la perspectiva del alumnado hacia las ciencias. Esta última cuestión no es menor, ya que este factor se ha señalado como crucial (Erden y Sönmez, 2011). Por otra parte, también se debe señalar que se ha iniciado un proceso de coordinación docente (nada baladí en el ámbito de la docencia universitaria) entre dos áreas de conocimiento trabajando de manera globalizada, tal y como se trabaja en la EI, transformando la concepción del profesorado implicado y de la visión del alumnado hacia la formación recibida.

Conclusiones

En esta comunicación hemos presentado un proyecto llevado a cabo en el ámbito de la formación docente de maestros y maestras de EI en ciencias, mediante la metodología ApS. El desarrollo del proyecto ha sido una acción transformadora no solo para el alumnado, sino también para el propio profesorado universitario que ha visto que tanto el uso de metodologías activas, como la relación con los centros docentes y con los maestros y maestras en activo, ha repercutido positivamente en nuestra acción formativa. Creemos que serían necesarias más acciones de este tipo en el ámbito universitario para normalizar lo que ahora, en demasiados casos, es una excepcionalidad: que debemos de trabajar conjuntamente desde la universidad con el profesorado en activo para trabajar las ciencias en EI de una manera coherente.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de todas las entidades que han colaborado en la realización de este proyecto: Universitat de València – Facultat de Magisteri – Campus d'Ontinyent; Ajuntament

d'Ontinyent – Regidoria d'Educació; Fundació Universitària Vall d'Albaida; Cefire d'Infantil; Centros docentes de Ontinyent : CEIP Vicent Gironés, Colegio La Concepció, Colegio Parroquia Santa María, CEIP Bonavista, CEIP Martínez Valls, CEIP Carmelo Ripoll i CEIP Rafael Juan Vidal

Esta comunicación se ha llevado a cabo en el marco del Grupo CApSA de la Universidad de Valencia y en el marco de los Proyectos de Innovación Docente UV-SFPIE_GER17-588199, UV-SFPIE_RMD16-418025 y UV-SFPIE_GER17-588801.

Referencias bibliográficas

Arias, A., Álvarez, M. y Álvarez, F.J. (2013). Concepciones del profesorado en FI sobre los roles de docentes y discentes en el aprendizaje de las ciencias en EI y EP. IX Congrés Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (pp.194-201). Girona: *Revista Ens. Cien*. (núm. extra).

Batllé, R. *¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje servicio?* Barcelona: Crítica. 2011.

Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A., Solbes, J., (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, *34* (3), pp. 25-50.

Cantó Doménech J., de Pro Bueno A., Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14* (3), 666-688. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19515

Erden, F. T. y Sönmez, S. (2011). Study of Turkish Preschool Teachers´ attitudes toward science teaching. *International Journal of Science Education, 33* (8), 1149-1168.

Hess, D. J., Laning, H. y Vaughan, W. (2007). Educating for equity and social justice: A conceptual model for cultural engagement. *Multicultural Perspectives*, *9*, 32- 39.

Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R. y Jiménez Liso, M.R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *28*, 153-173. DOI: 10.7203/DCES.28.3153

McNerney K. y Hall, N. (2017). Developing a framework of scientific enquiry in early childhood: an action research project to support staff development and improve science teaching. *Early Child Development and Care*, 187, 206-220.

Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquirí discussions through profesional development. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 422–453.

Palmer, D. (2006). Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. *International Journal of Science Education*, *28*, 655–671.

Pérez, M.P. (2008) Competencias adquiridas por los futuros docentes desde la formación inicial. *Revista de Educación*, *347*, 343-367.

Pro, A. y Rodríguez, J. (2011) La investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Educatio Siglo XXI*, *29*, 1, 248-255.

Puig, J.M., Batlle, R., Bosch, C. Palos, J. *Aprendizaje Servicio. Educar para la ciudadanía*. Octaedro: Barcelona. 2007.

Rivero, A., Hamed Al-lal, S., Martín del Pozo, R., Solís, E., Fernández, J., Porlán, R., Rodríguez, F. Y Solís, C. (2013). La formación inicial de maestros de primaria: qué hacer y cómo en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra: 3045-3050.

Root, S., Callahan, J. y Sepanski, J. (2002) Building teaching dispositions and service-learning practice: A multi-site study. *Michigan Journal of Community Service-Learning*, *8*, 50-60.

Siry, C., Zielgler, G., y Max, C. (2012). Doing science" through discourse-ininteraction: Young children's science investigations at the early childhood level. *Science Education*, *96*, 311-326.

La Ciudad de los niños y las niñas como punto de encuentro Facultad-Escuela en la formación inicial de formadoras y formadores

Jorge Alcántara Manzanares[1], Sebastián Rubio García[1], Natividad Adamuz Povedano[2], Rafael Bracho López[2], Mónica Calderón Santiago[1], Marta Domínguez Escribano[3], Albano García Sánchez[3], José Antonio López Fernández[1], Bárbara Luque Salas[4], Carmen de la Mata Agudo[5], Silvia Medina Quintana[1], Manuel Mora Márquez[1], Juan Antonio Moriana Elvira[4], Pilar Gema Rodríguez Ortega[1] y Araceli Sánchez Raya[4]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Córdoba.
[2]Departamento de Matemáticas. Universidad de Córdoba.
[3]Departamento de Educación Artística y Corporal. Universidad de Córdoba.
[4]Departamento de Psicología. Universidad de Córdoba.
[5]Departamento de Educación. Universidad de Córdoba

b62almaj@uco.es

Resumen:

El objetivo de este proyecto de innovación educativa de la Universidad de Córdoba (UCO) es que el alumnado de los grados de Educación Infantil y Primaria realice prácticas de diferentes asignaturas en el parque infantil Ciudad de los niños y las niñas, con alumnado perteneciente a centros docentes no universitarios. Están involucrados 15 docentes de 5 departamentos de la UCO, 7 colegios y un centro de atención infantil temprana. Se muestra en esta comunicación una experiencia desarrollada dentro de las prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales y Sociales de tercero de Grado de Educación Infantil, con alumnado de infantil de 2 y 4 años. El alumnado universitario y el profesorado de los centros valoraron muy positivamente la innovación.

Palabras clave: Educación infantil; Ciudad de los niños y las niñas; Formación inicial; Práctica docente; Aprendizaje no formal.

Introducción

La Ciudad de los niños y las niñas, en Córdoba (España), es un parque infantil que se ha convertido en uno de los lugares de más afluencia de las familias, así como de escuelas, para el uso y disfrute de niños y niñas. El parque se encuentra colindando con el Zoológico y muy cerca del IMGEMA Real Jardín Botánico de Córdoba y del Centro de Educación Ambiental, en lo que se conoce como la manzana verde de la ciudad. Dicho parque tiene un potencial enorme para el desarrollo de actividades que fomenten el aprendizaje a través del juego en las etapas educativas de infantil y primaria. Para poner en valor dicho potencial, nace el proyecto Aprender jugando, que pretende utilizar el juego y las actividades recreativas como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos curriculares, en asignaturas como matemáticas y ciencias naturales, y en contenidos transversales como la educación ambiental. En el caso de la ciencia, el adjetivo recreativa se refiere tanto a las actividades que permiten disfrutar realizando ciencia,

como a recrear experiencias científicas, generalmente, a partir de materiales cotidianos (García Molina, 2011).

Por otra parte, niñas y niños cada vez juegan menos al aire libre y, por lo tanto, tienen cada vez menos posibilidades de contacto con la naturaleza, mostrando un mayor desconocimiento de esta, lo que debe ser abordado desde la universidad en la formación del profesorado a través de la promoción de actividades fuera del aula (Torres-Porras, Alcántara, Arrebola, Rubio y Mora, 2017).

Asimismo, dentro del ámbito de las personas con discapacidad y de las necesidades educativas específicas están prevaleciendo enfoques que señalan que las actividades realizadas al aire libre, en la naturaleza, en un contexto abierto compartido y con protagonismo del medio ambiente son beneficiosas para el desarrollo infantil en general y de forma específica para el de personas con algún tipo de discapacidad. En este sentido, numerosos planteamientos educativos y psicoterapéuticos buscan trabajar en contextos naturales diferentes aspectos del desarrollo y personalidad al margen de otros valores y actitudes relacionados con el medio ambiente (García-Moreno, 2013; Palacios y Bustos, 2012).

Con este proyecto de innovación educativa, estudiantes de los grados de Educación Infantil y Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UCO realizan prácticas de las diferentes asignaturas que imparte el profesorado participante en este proyecto en la Ciudad de los niños y las niñas, con alumnado perteneciente a los centros docentes no universitarios adscritos al mismo. Además, este proyecto busca tener una continuidad en el tiempo y familiarizar al profesorado de los centros escolares con la Ciudad de los niños y las niñas para que la vean como un espacio didáctico al que podrán recurrir siempre que lo deseen.

Objetivos

- Promover la transferencia del conocimiento teórico a la práctica educativa.
- Realizar prácticas de las asignaturas implicadas de los grados con alumnado escolar en la Ciudad de los niños y las niñas.
- Impulsar la enseñanza fuera del aula por medio de una adecuada formación de formadores y formadoras.
- Potenciar el juego en el proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante la formación de futuras educadoras y educadores de infantil y primaria.
- Llevar a cabo actividades adaptadas a las necesidades educativas especiales del alumnado escolar.
- Reforzar el vínculo Facultad-Escuela.

Metodología

Se pretende que el alumnado de los Grados de Educación Primaria y de Educación Infantil tenga otra experiencia de contacto directo con los centros educativos además del Prácticum. A través de las distintas asignaturas, trabajan contenidos específicos aplicando metodologías didácticas abordadas en clase en un contexto distinto del aula. Con esto se fomenta el uso de la Ciudad de los niños y las niñas como un entorno de aprendizaje lúdico y se potencia su carácter didáctico.

Realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera del aula, en concreto en un ambiente natural, será beneficioso tanto para los niños y las niñas, dado que favorece el desarrollo infantil, como para el profesorado que les acompaña. Las y los menores aprenden en una atmósfera acogedora que favorece la experimentación y disfrutan de dicho aprendizaje vinculado al ocio. Se fomenta un verdadero aprendizaje activo, cooperativo y a través del juego.

Planificación

Las asignaturas vinculadas al proyecto de innovación y las temáticas de las actividades que desarrollan son:

- Comportamiento motor en el niño y la niña de 0 a 6 años (1º de Grado en Educación Infantil): Propuestas didácticas que favorezcan las habilidades motrices y la creatividad.
- Prevención e identificación de los trastornos del desarrollo y de las dificultades del aprendizaje en la etapa infantil (2º de Grado en Educación Infantil): Juego estructurado en entornos naturales.
- Educación mediática y dimensión educativa de TIC (2º de Grado en Educación Infantil): Valores medioambientales y tecnología.
- Didáctica de las Ciencias Naturales y Sociales en Educación Infantil (3º de Grado en Educación Infantil): Conocimiento del entorno natural y experimentos sencillos.
- Didáctica del Medio Ambiente en Educación Infantil (3º de Grado en Educación Infantil): Sostenibilidad ambiental a través del juego.
- Educación para la Salud y el Consumo (4º de Grado en Educación Infantil): Ejercicio físico y salud.
- Educación musical en Primaria (1º de Grado en Educación Primaria): Música y emociones.
- Orientación educativa: relaciones escuela, familia y comunidad en Educación Primaria (1º de Grado en Educación Primaria): Orientar la planificación de actividades educativas en la Ciudad de los niños y las niñas.
- Psicología de la Educación y del Desarrollo (1º de Grado en Educación Primaria): Actividades para la observación de los avances cognitivos del alumnado de primaria.
- Didáctica de las operaciones numéricas y la medida (2º de Grado en Educación Primaria): Vivenciar las matemáticas como una fase previa al trabajo simbólico de las mismas.
- Educación mediática y aplicaciones didácticas de las TIC (2º de Grado en Educación Primaria): Valores medioambientales y tecnología.
- Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria (3º de Grado en Educación Primaria): Experimentando la física en las atracciones del parque.
- Didáctica de las Ciencias Sociales en Educación Primaria (3º de Grado en Educación Primaria): Mediciones del tiempo en distintas civilizaciones.
- Didáctica del Medio Ambiente en Educación Primaria (4º de Grado en Educación Primaria): Sostenibilidad ambiental a través del juego.

Se muestra a continuación un ejemplo de actuación realizada en las clases prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales y Sociales en Educación Infantil del grupo A de tercero de Grado en Educación Infantil del curso 2017/2018.

Acciones realizadas en la Facultad

Primero, se le solicitó al alumnado que por grupos de trabajo (no más de cuatro personas), plantearan 3 experimentos a desarrollar en el aula de infantil que pudiesen adaptarse a diferentes cursos. Los experimentos debían plantearse utilizando un protocolo experimental (Alcántara Manzanares, Hidalgo Méndez, Mora, Rubio, Torres-Porras, 2015) cuya implementación se había trabajado en sesiones prácticas anteriores. Además, tenían que escribir un cuento adecuado para educación infantil con el que se trabajasen aspectos relativos a las ciencias naturales, ya

desarrollados en clases teóricas, como por ejemplo la diferenciación entre seres vivos e inertes, o la implicación en la sostenibilidad ambiental. En una sesión práctica cada grupo mostró ante el resto de la clase su propuesta de experimentos y su cuento. De entre todas las propuestas, el propio alumnado seleccionó tres experimentos y cinco cuentos.

Acciones realizadas en la Ciudad de los niños y las niñas

Se programaron dos visitas en dos días diferentes de prácticas y el grupo clase se dividió en dos para que cada parte se responsabilizara de una visita. En una de ellas acudieron niñas y niños de un centro de primer ciclo de educación infantil, en concreto de infantil 2 años, y en la otra, de un centro de educación infantil y primaria, en este caso de infantil 4 años. La ratio máxima alumnado universitario - alumnado escolar fue 1:2 en ambas visitas. La planificación de las visitas fue la siguiente:

- 11:00 – 11:45 Laboratorio de juegos. En dicho espacio, creado ex profeso para el proyecto Aprender jugando, el alumnado de infantil llevó a cabo tres experimentos (aquellos seleccionados en la práctica anterior) guiados por el alumnado de grado. La manera de abordar la experimentación se adaptó a las características del alumnado en cada visita.
- 11:45 – 12:30. Jardín vertical y Ciencia-cuentos. En el jardín aledaño al laboratorio de juegos, los niños y las niñas plantaron macetas con especies de plantas mediterráneas y las colocaron inaugurando un jardín vertical, con la ayuda del alumnado de grado. A continuación, se formaron pequeños grupos distribuidos cómodamente por el jardín y se procedió a contar los cuentos. De los cinco cuentos preseleccionados, en las visitas se contaron dos cuentos diferentes y uno compartido, según las características del alumnado. Aprovechando el reposo de la escucha, tomaron la merienda que cada cual traía de casa.
- 12:30 – 13:15. Juego libre. El alumnado universitario acompañó al de educación infantil mientras juegan en las instalaciones de la Ciudad de los niños y las niñas.

Evaluación

Para la evaluación de esta experiencia se ha elaborado un cuestionario para cuantificar el grado de satisfacción del alumnado de grado con las prácticas relacionadas con el proyecto de innovación. También se ha generado otro cuestionario para que el profesorado de los centros visitantes valore la visita y las actividades propuestas.

Resultados

Este apartado se centra en mostrar los resultados de la experiencia dentro de las prácticas de la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales y Sociales en Educación Infantil, cuya planificación se ha mostrado con anterioridad.

Acciones realizadas en la Facultad

Los experimentos seleccionados de entre los propuestos por el alumnado fueron sencillos, realizados con materiales cotidianos y con el objetivo de fomentar la observación, la manipulación, la experimentación y el juego: La tensión superficial del agua, La columna de densidades y Un fluido no newtoniano.

Los cuentos seleccionados para la visita del alumnado de infantil 2 años fueron: El pececito que aprendió a reciclar, que versa sobre cómo reciclar y la importancia de hacerlo; La oruga de Luisito, relativo a los cambios y los procesos que se observan en el entorno; y Amando la naturaleza, que trata de fomentar valores y actitudes de cuidado de la naturaleza. Este último cuento también fue utilizado durante la visita del alumnado de infantil 4 años. En este caso, los cuentos específicos fueron: El león vegetariano, que trabaja la importancia de una alimentación

saludable y el respeto a las diferencias; y El niño del NO, en el que se tratan contenidos procedimentales y actitudinales en relación a hábitos ambientalmente sostenibles.

Acciones realizadas en la Ciudad de los niños y las niñas

En relación a los experimentos, la Fig. 1. A. muestra al alumnado de infantil realizando el experimento denominado La tensión superficial. Especialmente reseñable resultó que varios niños y niñas de ambas visitas se negaron a realizar la última experiencia (Fig. 1. B.), según sus propias palabras por asco o por no querer mancharse.

A B

Fig. 1. **A**. Experimento de la tensión superficial del agua. **B**. Experimento del fluido no newtoniano

En la Fig. 2. A se muestra parte del proceso de la actividad del jardín vertical. El grado de atención e interacción en la visita de infantil 4 años fue mayor que en la de infantil 2 años, pero en ambas ocasiones disfrutaron relajadamente de los cuentos (Fig. 2. B). Por último, los niños y las niñas se divirtieron en el juego libre, con el acompañamiento en todo momento del alumnado universitario (Fig. 3. C).

A **B** **C**

Fig. 2. **A**. Actividad de construcción del jardín vertical. **B**. Actividad Ciencia-cuentos. **C**. Juego libre

Evaluación

El alumnado universitario valoró muy positivamente la innovación en su conjunto, solicitando que este tipo de iniciativas sean más frecuentes en su formación. El 81% de alumnado se encontró muy a gusto y está muy satisfecho con su trabajo, el 6,7% muy a gusto y satisfecho con su trabajo, el 10,3% a gusto y satisfecho con su trabajo y el 2% se encontró a gusto y no está ni satisfecho ni insatisfecho con su trabajo.

El profesorado de los centros valoró muy bien la experiencia, siendo conscientes de la vivencia experimentada por los niños y niñas. Es necesario destacar algunos comentarios del profesorado en relación a la actividad, tales como: “para ellas esta experiencia es muy superior a la del prácticum, aprenden más y es más real, porque aquí asumen toda la responsabilidad”.

Conclusiones

El desarrollo de esta innovación permite al profesorado universitario comprobar la capacidad de su alumnado de poner en práctica los recursos educativos trabajados en las asignaturas con niñas y niños de las etapas educativas correspondientes.

La planificación realizada en el aula de grado en relación a la preparación de experimentos y la generación de cuentos de ciencias, ha sido desarrollada con éxito en la Ciudad de los niños y las niñas.

El alumnado de grado se ha sentido mayoritariamente muy a gusto y está muy satisfecho con el trabajo realizado en los talleres.

El profesorado de los centros educativos ha valorado muy positivamente la experiencia.

Bibliografía

Alcántara Manzanares, J., Hidalgo Méndez, M.A., Mora, M, Rubio, S.J., Torres-Porras, J. (2015). Diseño de protocolos experimentales como práctica en la formación del profesorado de educación infantil. En Mirete Ruiz, A.B. y Nortes Martínez-Artero, R (eds.). *Investigación en innovación: una constante en la formación del profesorado*. Pp: 347-359. Murcia: Ediciones de la Universidad de Murcia.

García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *8* (Núm. Extraordinario), 370-392.

García-Moreno, I. (2013). Intervention Program based on Virtual Reality for Pediatric Burns. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud/Annuary of Clinical and Health Psychology*, *9*: 41-43.

Palacios, D.J. y Bustos, A.J. M. (2012). Modelo de autoeficacia y habilidades ambientales como predictores de la intención y disposición proambiental en jóvenes. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación, 14*(2): 143-163.

Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J.C., Rubio, J., Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y las niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14*(1): 258-270.

Educar en la naturaleza en infantil: modelo de evaluación para un bosque escuela

Josu Sanz Alonso[1], Maialen Sistiaga Poveda[2], Pello Urkidi Elorrieta[1], Irati Andoño Erdozain[2] y Kakun Orbegozo Rezola[2]

[1]Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco. [2]Kutxa Ekogunea

josu.sanz@ehu.eus

Resumen

Durante este curso 2017/2018 dos escuelas de infantil del área metropolitana de Donostia-San Sebastián están alternando su modelo pedagógico habitual con un proyecto piloto de escuela del bosque. Se ha desarrollado un modelo de evaluación que permite hacer un seguimiento de aspectos como la idoneidad de los espacios, el juego, las relaciones o el estrés, además de la potencial mejora en sus actitudes y su conocimiento del medio natural.

Este panel de indicadores se validará durante la experiencia de este curso, pero podrá ser aplicado en cualquier otro centro educativo que desarrolle actividades en la naturaleza. Se quiere contribuir así al desarrollo de un conocimiento científico sobre los potenciales beneficios cognitivos-afectivos del contacto continuo de los niños con el medio natural, un área poco abordada desde la investigación educativa.

Palabras clave: educación infantil, medio natural, evaluación, bosque escuela.

Introducción

El marco normativo en la educación infantil (Decreto 237/2015 de la Comunidad Autónoma Vasca) aboga por una escuela 'abierta al medio, sensible a todo lo que sucede en el entorno' y donde 'el medio natural y los seres son objeto preferente de curiosidad, a través de la indagación, exploración y el juego'. Pero en muchas ocasiones la realidad de nuestras escuelas es otra, ya que el contacto con la naturaleza se realiza de forma puntual y no continuada, con unas programaciones que incluyen gran parte de horas en espacios interiores y con espacios de juego y recreo con poca presencia de elementos naturales.

Sin embargo, la educación infantil es también un escenario heterogéneo, diverso y abierto; propicio por tanto para implementar nuevas metodologías educativas. En este contexto se enmarca el proyecto piloto Baso Eskola (escuela del bosque) de Kutxa Ekogunea (www.ekogunea.eus). No es una escuela del bosque al uso, sino un escenario donde dos centros de infantil –Amara Berri en Donostia San Sebastián y Langile Ikastola en Hernani- alternan semanalmente, y durante el curso 2017/2018, su modelo educativo mas 'tradicional' con estancias en la baso eskola (Figura 1).

Desde la Universidad del País Vasco hemos desarrollado un sistema de indicadores para evaluar diversos ámbitos de la experiencia: el potencial desarrollo conceptual y cognitivo, así como de actitudes positivas hacia el medio natural; pero también la idoneidad del propio entorno en materia de accesibilidad y seguridad, entre otros.

Figura 1. Escenas cotidianas en la baso eskola: Niña abstraída en el juego libre en el río, paseo por el bosque

Educar en la naturaleza y las escuelas del bosque

Autores como Ghafouri (2014) defienden que el encuentro del niño con la naturaleza se tiene que producir en continuidad, con potenciales beneficios en el desarrollo de una inteligencia naturalista (Gardner, 1999). Además, se apoya la creatividad, proporcionando a todo el cuerpo experiencias multisensoriales que ofrecen oportunidades para experimentar y hacer conexiones entre los objetos y eventos (Fjørtoft, 2004). Se mejoran también las relaciones de los niños con otros niños y con los adultos (Wilson, 2008). Cognitivamente, el aprendizaje al aire libre está vinculado a la realización de observaciones, investigaciones e hipótesis (Thomas y Harding, 2011). Emocionalmente los niños se sienten más cercanos a los seres vivos y a los ciclos naturales, la libertad que se da al aire libre les anima a expresar sus sentimientos (Magraw, 2011), y finalmente se puede decir que son más propensos a tomar riesgos y a autogestionar sus comportamientos (Thomas y Harding, 2011).

Todo ello choca en ocasiones con una visión algo sesgada, con los miedos y los prejuicios, de algunos maestros y maestras en ejercicio, que en muchos casos siguen identificando el espacio del aula como el verdadero lugar de aprendizaje (Maynard, 2012). Por otro lado, muchas tutoras perciben dificultades prácticas organizativas y de seguridad, así como una limitación impuesta por los aspectos meteorológicos –es decir, el aprovechamiento de los espacios exteriores solo con buen tiempo–, e incluso en ocasiones manifiestan su desconocimiento sobre el medio natural y su forma de aprovecharlo.

En relación a las escuelas del bosque, cabe decir que este concepto no es nuevo, ya que se inicia en Suecia y Dinamarca en los años 50 y se ha ido extendiendo paulatinamente por Alemania, Gran Bretaña, Canadá y EEUU. Este enfoque educativo utiliza la naturaleza como recurso principal, pero también se apoya en pedagogías orientadas al juego libre y al descubrimiento. En el Estado español son realmente escasos los ejemplos que podemos encontrar: el Bosquescuela de Cerceda (Madrid), el centro Amadahi (La Coruña) o Bihotz Inguru en el monte Ulia de Donostia San Sebastián, como algunos ejemplos. En este caso, el carácter innovador del proyecto piloto Baso Eskola es que dos escuelas (Amara Berri y Langile, pública y concertada respectivamente), combinan su educación mas ‘tradicional’ en sus propios centros con semanas alternas en la finca Zabalegi, donde además de diversos tipos de bosque se pueden encontrar prados, ríos, huertas y granjas con diversidad de animales.

La evaluación en las escuelas del bosque

No es muy abundante la literatura encontrada en relación a evaluaciones realizadas en escuelas del bosque. O’Brien (2009) en un análisis a varios centros en Gales e Inglaterra determina avances en los niños en áreas como la confianza, la motivación y el desarrollo físico. Ridgers, Knowles

y Sayers (2012) –a través de entrevistas a los niños participantes– determinan un aumento en el conocimiento de los animales y los ciclos naturales. MacKinder (2015) indica que la interacción de los niños con el medio está directamente relacionada con la interacción entre los adultos (tutores) y el niño. Por ello, puede decirse que la viabilidad de una escuela del bosque pasa por la necesidad de configurar espacios seguros para los niños que garanticen la interacción con el medio, pero también entre los adultos y los niños y entre los propios niños. Por otro lado, Harris (2015) ha estudiado la perspectiva de los tutores y tutoras de las escuelas del bosque, que se refieren a ellos mismos como 'facilitadores' más que como maestros. A lo largo de su experiencia identifican que el aprendizaje de los niños en la escuela del bosque se produce como un desarrollo social, es decir, a través del trabajo en grupo, la relación con los otros, el auto-aprendizaje y el autocontrol de los riesgos.

Definición de indicadores del proyecto piloto Baso Eskola

Se ha definido un modelo de evaluación compuesto por 9 indicadores en tres ámbitos diferenciados (Tabla 1). Evaluamos por un lado la idoneidad de los espacios, por otro lado aspectos tan importantes en el desarrollo de los niños como el juego, las relaciones o el estrés/bienestar, y por último, queremos evaluar también la (potencial) mejora en sus actitudes y su conocimiento del medio natural.

Tabla 1. Esquema general de ámbitos de evaluación e indicadores

1. Ámbito físico y natural	2. Indicadores de desarrollo personal	3. Relación con el medio natural
1.1 Medio físico y material	2.1 Juego libre	3.1 Actitudes y Comportamientos
1.2 Medio natural	2.2 Implicación	3.2 Contenidos y Procesos
1.3 Relación con los espacios	2.3 Relaciones	
	2.4 Estrés	

Como se recoge en la Tabla 1, por un lado se quiere evaluar el propio ámbito físico y natural del Baso Eskola como ámbito educativo. En este caso los indicadores 1.1 y 1.2 son una derivación de indicadores recogidos en la escala ECERS (1998). Se miden como una cuantificación de aspectos como los tipos de materiales (estructurados, no estructurados, naturales), la seguridad o los elementos naturales disponibles, entre otros; hasta un número de siete sub-indicadores. La escala ECERS tiene una metodología definida, de observación y cuantificación tipo likert, y que en este caso ha sido adaptada para su uso en el medio natural. El indicador 1.3 por el contrario se cuantifica mediante una entrevista grupal con una muestra de niños de cada clase, ya que atañe más a las relaciones que éstos generan con los espacios físicos y naturales en los que se desenvuelven. Es una adaptación a infantil de una escala desarrollada para educación primaria por Kaplan y Kaplan (1989) en el marco de la teoría ART (*Attention Restoration Theory*). Se realizan mediante preguntas abiertas sobre cuatro aspectos relacionados con la relación entre la personas y el medio natural: la fascinación, la compatibilidad, la relación física y la abstracción psicológica (*being away psicologically, fascination, extent and compatibility*).

En segundo ámbito de evaluación incide en el potencial desarrollo emocional y afectivo de los niños y niñas. Se evalúa el tipo de juego libre (indicador 2.1), ya que la mayor parte del tiempo en las escuelas del bosque se dedica a ésta práctica, y la implicación (indicador 2.2), muy ligado al anterior. Cada uno de estos indicadores se ha basado en indicadores ampliamente utilizados,

i.e. el *Play Observation Scale* (Rubin, 1989), o el *Effective Early Learning Programme Child Involvement Scale* (Laevers, 1995), haciéndose la adecuada adaptación al contexto particular de este estudio.

Por último, y puesto que el bosque escuela tendrá potencialmente unos beneficios directos en todo lo relativo al conocimiento del medio, en el ámbito tercero se ha querido medir por un lado las actitudes y comportamientos (indicador 3.1) y por el otro lado los conocimientos (indicador 3.2). El primero se evaluará a través de entrevistas con un grupo de muestra de niños, basándonos en las escalas desarrolladas para ciclos superiores por Manoli, Johnson, y Dunlap (2007) en el caso de las actitudes y por Kahriman-Ozturk, Olgan, y Tuncer (2012) en el caso de los comportamientos. El indicador 3.2, que alude a los conocimientos conceptuales que los niños y niñas vayan adquiriendo, se realizará mediante un seguimiento de la percepción de las tutoras. Es decir, los investigadores realizaran entrevistas periódicas a las tutoras acerca de la evolución en los niños en aspectos conceptuales (el desarrollo del modelo del ser vivo, el tratamiento de las plantas, los modelos meteorológicos,…) y sobre los procedimientos (observaciones, experimentaciones…) que hayan trabajado. Todo ello se basa en una escala de evaluación mediante observación desarrollada por Chalufour y Worth (2003).

Todas estas mediciones se realizarán tanto al inicio como al final del curso, pero también periódicamente para ver la evolución del proceso. Además, se han tomado como contraste dos escuelas que no participan en la escuela del bosque y donde se realizarán las mismas mediciones. Será sin embargo una evaluación abierta y continua, ya que conjuntamente con las maestras se irán recogiendo evidencias significativas, mediante observaciones puntuales y grabaciones de video.

Conclusiones

El proyecto piloto de escuela del bosque que se desarrolla este curso en Kutxa Ekogunea se presume rico en experiencias, esperamos que los niños mejoren en aspectos relacionados con el desarrollo cognitivo o conceptual, e incluso a nivel afectivo y emocional. Toda esta experiencia merece la pena ser narrada y contada. Nos apoyaremos para ello en un modelo de evaluación desarrollado expresamente para este proyecto piloto, pero que puede ser aplicado en otras escuelas de infantil que desarrollen un modelo de educación en la naturaleza o que estén dando pasos hacia ello.

Son nueve los indicadores propuestos para medir tres ámbitos diferenciados. Por un lado el propio espacio natural y la idoneidad de sus elementos como recurso educativo. Además, varios indicadores directamente vinculados con el desarrollo educativo y emocional del niño como son el tipo juego libre, las relaciones interpersonales o el nivel de estrés. Finalmente, y puesto que la escuela del bosque es un escenario donde se fomenta la observación y la experimentación directa con los elementos que ofrece la naturaleza, se miden los conocimientos conceptuales y actitudinales hacia el medio ambiente que los niños puedan adquirir.

Algunos de estos indicadores se han desarrollado expresamente para este estudio pero otros muchos han sido adaptados de otras investigaciones, ya que la mayor parte de las referencias están enfocadas en niños de primaria. La dificultad de recoger datos de primera mano de niños de infantil hace que la gran mayoría de los indicadores se midan por observación directa o a través de la percepción de las tutoras, y los menos a través de entrevistas personalizadas a los niños.

Esperamos que este modelo de evaluación pueda ser un aporte novedoso a las investigaciones sobre los beneficios del contacto de los niños con la naturaleza, un área que ha sido escasamente desarrollada en el ámbito de infantil.

Este proyecto cuenta con la ayuda de la Dirección de Medio Natural y Cambio Climático del Gobierno Vasco.

Referencias bibliográficas

Chalufour, I. y Worth, K. (2003). Discovering nature with young children. St. Paul, MN: Redleaf Press.

ECERS-R, Early Childhood Environmental Rating Scale- Revised version (1998). New York: Teacher College Press.

Fjørtoft, I. (2004). The natural environment as a playground for children:the impact of outdoor play activities in pre-primary school children. *Early Childhood Education Journal*, 29 (2), 111-117.

Gardner, H. (1999): Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century. New York: Basic Books.

Ghafouri, F. (2014). Close encounters with nature in an urban kindergarten: a study of learners' inquiry and experience. *Education 3-13*, 42, 54-76.

Gobierno Vasco, Decreto 237/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Infantil.

Harris, F. (2015). The nature of learning at forest school: practitioners' perspectives, Education 3-13, 101-112.

Kahriman-Ozturk, D., Olgan, R. y Tuncer, G. (2012) A qualitative study on turkish preschool children's environmental attitudes through ecocentrism and anthropocentrism, *International Journal of Science Education*, 34 (4), 629-650.

Kaplan, R. y Kaplan, S. (1989). *The experience of Nature.* Nueva York: Cambridge University Press.

Laevers, L. (1995). Well-being and involvement in care settings. A process-oriented self-evaluation instrument. Research Centre for Experiential Education, Leuven: Belgica.

MacKinder, M. (2015). Footprints in the woods: 'tracking' a nursery child through a Forest School session. *Education 3-13*, 2-12.

Magraw, L. (2011). Outdoor provision in the early years. Chapter 2: Following children's interest: *Children led experiences that are meaningful and worthwhile*. J. White (Ed.), London, England: SAGE Publications Ltd.

Manoli, C., Johnson, B. y Dunlap, R. E. (2007). Assessing children's environmental worldviews: Modifying and validating the New Ecological Paradigm Scale for use with children. *Journal of Environmental Education*, 38, 3-13.

Maynard, T. (2007). Learning in the outdoor environment: A missed opportunity? *Early Years*, 27, 255-265.

O'Brien, L. (2009). Learning outdoors: the Forest School approach. *Education 3-13*, 37(1), 45-60.

Ridgers, N. D., Knowles, Z. y Sayers, J. (2012). Encouraging play in the natural environment: a child-focused case study of Forest School. *Children's Geographies*, 10(1),49-65.

Rubin, K.H. (1989). The Play Observation Scale. University of Waterloo.

Thomas, F. y Harding, S. (2011). The role of play: Play outdoors as the medium and mechanism for well-being, learning and development. In J. White (Ed.), *Outdoor provision in the early years* (pp.12–22). London, England: SAGE Publications Ltd.

Wilson, R. (2008). *Nature and young children: Encouraging creative play and learning in natural environments.* New York, NY: Routledge.

Una experiencia de trabajo por proyectos en educación infantil

Sabela F. Monteira[1], María Pilar Jiménez-Aleixandre[1], Laura Valiño Lemos[2], Mª Dolores Vázquez Camino[2], Mª Ángeles Vidal López[2], Silvia González Vilariño[2], Sandra Otero Lemos[2] y Sandra Real Nimo[2]

[1]Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago de Compostela,
[2] Grupo TORQUE

sfmonteira@gmail.com

Resumen:

Este trabajo se enmarca en una línea que contempla que los proyectos de indagación favorecen el aprendizaje de las ciencias y la participación en prácticas científicas. Se presentan los principios de diseño y la implementación de proyectos de indagación de larga duración por un grupo de maestras de educación infantil. Se aportan ejemplos de aula en los que, de forma activa, niñas y niños construyen y comparten conocimiento científico. Finalmente, se discuten los beneficios que tiene para el alumnado participar en este tipo de proyectos.

Palabras clave: educación infantil; prácticas científicas; proyectos de innovación.

Introducción

Este trabajo discute los principios de diseño y la implementación de proyectos de ciencias que favorecen que el alumnado de educación infantil participe en la indagación científica. Los proyectos son ideados y llevados a cabo en el aula por el grupo Torque formado por seis maestras de educación infantil. En las propias palabras de las maestras, la idea de la que parten estos proyectos es:

> La etapa de la Educación Infantil aparece en las vidas de los niños y niñas en el momento en que comienzan a establecer un contacto, más allá de lo puramente instintivo, con los fenómenos naturales. Por tanto, este tramo educativo debe constituir el primer paso hacia la formación científica de las personas, y por eso llevamos la Ciencia a nuestras aulas (Valiño Lemos et al., 2018).

En primer lugar, se revisan distintas posiciones sobre la participación en la indagación en educación infantil. En segundo lugar, abordamos la indagación en el marco de las prácticas científicas. A continuación, se presentan los principios de diseño de los proyectos y un ejemplo de su puesta en práctica. Por último, se discuten los beneficios que tiene para el alumnado de educación infantil participar en proyectos de este tipo.

El aprendizaje de las ciencias en la educación infantil

¿Es apropiado participar en indagaciones científicas desde la educación infantil? ¿Existen limitaciones debidas al desarrollo cognitivo del alumnado de menor edad? Estas cuestiones han generado numerosas controversias. Convencida de que niñas y niños pequeños eran capaces

de participar de forma activa en las ciencias, Kathleen Metz emprendió a lo largo de varios años un programa de investigación a fin de examinar el razonamiento epistémico del alumnado de primaria. Según Metz (2011), una instrucción apropiada puede ayudar a superar muchas de las dificultades relacionadas con el desarrollo cognitivo. Los resultados de la investigación de Metz indican que niñas y niños pequeños pueden llevar a cabo pequeñas investigaciones por si mismos con un ambiente de aprendizaje adecuado.

Hay consenso en que las niñas y los niños son naturalmente curiosos y hacen observaciones y preguntas sobre el mundo que los rodea, por lo que están predispuestos a aprender ciencia (Cabe Trundle, 2015). Fleer y Pramling (2015), indican que es necesario apoyar esa curiosidad para fomentar su participación en las ciencias.

Las líneas de investigación sobre educación infantil se centran en el desarrollo de programas educativos innovadores (e.g. Preschool Pathways to Science (PrePS), Gelman y Brennemman, 2012); en conocer como niñas y niños de educación infantil construyen conocimiento científico en contextos formales (e.g. Siry, Brendely Frisch, 2016) y no formales (e.g. Plummer y Ricketts, 2016); o en examinar las posibles diferencias entre las niñas y niños y su motivación para aprender ciencias.

Participación en prácticas científicas

El programa de investigación llevado a cabo por Metz (2008; 2011) estaría enmarcado hoy en día en la perspectiva que contempla que el aprendizaje de las ciencias implica la participación del alumnado en las prácticas científicas. Estas son un conjunto de prácticas de naturaleza social en las que la comunidad científica toma parte y mediante las que construye conocimiento, por ejemplo, formular preguntas o construir explicaciones (National Research Council, NRC, 2012). Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017) proponen que las tres grandes áreas de las prácticas científicas definidas en el marco del NRC (2012) estadounidense, se corresponden con las tres sub-competencias científicas propuestas por el marco de la OCDE (2016): 1) proponer explicaciones para fenómenos naturales; 2) identificar preguntas que pueden ser respondidas mediante indagación; y 3) interpretar y evaluar pruebas científicamente.

Las indicaciones del currículo (Consellería de Educación e Ordenación Universitaria, 2009) para el segundo ciclo de la educación infantil están alineadas con esta concepción de la competencia científica. Por ejemplo, se recomienda la participación del alumnado en proyectos de investigación y la construcción de representaciones que expresen las actividades realizadas y los resultados obtenidos. Además, se apunta a la conveniencia de potenciar la adquisición de habilidades de investigación, entre ellas, la formulación de hipótesis e interrogantes, o la generación de ideas y soluciones.

Los proyectos del grupo están alineados con estas recomendaciones. En su implementación, las maestras ponen énfasis tanto en los contenidos tratados como en los procesos mediante los que se construye el conocimiento científico. En sus propias palabras: “Los procesos que conforman el trabajo científico son un instrumento enormemente eficaz para todos los elementos curriculares que deben estar presentes en la Educación Infantil” (Valiño Lemos et al., 2018). A continuación, discutimos los principios de diseño de los proyectos y cómo este foco en los procesos favorece la participación del alumnado en prácticas científicas.

Principios de diseño

Los principios de diseño seguidos por el grupo Torque son paralelos a los propuestos por Metz (2011) para el diseño de proyectos en educación primaria. Metz (2011) indica la conveniencia de la inmersión en un número limitado de contenidos durante tiempo prolongado. Todos los

proyectos del grupo Torque se desarrollan a lo largo de varios meses y se centran en un número limitado de contenidos relacionados con el fenómeno o entidad bajo estudio. Por ejemplo, el proyecto "Nubes" se desarrolló de enero a junio y se centró en explorar pocos contenidos, pero en profundidad: formación y tipos de nubes, fenómenos meteorológicos, cambios de estado y el ciclo del agua. Estos factores posibilitan revisar los aprendizajes a lo largo de las sesiones y fomentan la reflexión del alumnado sobre los mismos. De esta manera, proveen al alumnado con oportunidades para revisar los modelos científicos que va construyendo.

Metz también apunta que los proyectos de indagación deben partir de los intereses y preguntas del alumnado. En estas clases, los proyectos comienzan con una sesión de motivación, su desarrollo es abierto y se adapta a los intereses y preguntas del alumnado. Guiado por las maestras, el alumnado de educación infantil participa en las prácticas científicas: propone preguntas y formas de responder a ellas, genera y registra datos, interpreta pruebas y comunica información (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016). Por ejemplo, en el contexto del proyecto "Caracoles", niñas y niños estudiaron a estos animales, familiares para ellos y diseñaron experimentos y llevaron a cabo observaciones para responder a sus propias preguntas. En las clases del grupo Torque la forma de trabajo es grupal. Las experiencias se llevan a cabo en el grupo clase. Existe una cultura de escucharse los unos a los otros y se discuten los resultados y se comparte la información que el alumnado trae de casa. Además, los proyectos permiten que las niñas y niños se familiaricen con el uso de instrumentos científicos, como la lupa electrónica o el dinamómetro. La Tabla 1 recoge las fases seguidas para el desarrollo de los proyectos, ilustradas con ejemplos del aula de los proyectos "Caracoles", "Pollitos" y "Nubes".

Tabla 1. Fases de los proyectos

Fases	**Descripción**	**Ejemplo de aula**
Sesión de motivación	Introducción del fenómeno o ser vivo en la clase	Proyecto "Pollitos": "Aparece" un "regalo" en la clase, una incubadora Proyecto "Nubes": "Aparecen" en el aula fotos de nubes
Puesta en común de las ideas previas del alumnado	El alumnado comparte lo que sabe sobre el fenómeno o entidad y la maestra anota sus aportaciones	Proyecto "Caracoles": son caracoles, se comen las lechugas, tienen cuernos Proyecto "Pollitos": los pollos nacen de los huevos, son los hijos de las gallinas
Puesta en común de las preguntas del alumnado	El alumnado formula preguntas sobre el fenómeno o entidad que serán respondidas a lo largo del proyecto	Proyecto "Caracoles": ¿que comen los caracoles? Si se les rompe la concha, ¿se mueren? Proyecto "Nubes": ¿Cómo se forman? ¿A dónde van las nubes?
Participación del alumnado en prácticas científicas, guiada por las maestras	Diseño conjunto de experimentos, observación intencional, prolongada en el tiempo, registro e interpretación de datos, comunicación y discusión de resultados, revisión de modelos	Proyecto "Caracoles": diseño, realización e interpretación de resultados sobre un experimento para saber si los caracoles tienen sentido del olfato Proyecto "Pollitos": seguimiento del desarrollo de los embriones en los huevos y de los pollos nacidos. Representación en una tabla de los datos, por ejemplo, altura de los pollos

La participación en las prácticas científicas en el contexto del proyecto "Caracoles"

En esta sección ilustramos aspectos de la implementación de los proyectos de indagación del grupo Torque mediante ejemplos concretos. La Figura 1 muestra al alumnado de tercer curso de educación infantil llevando a cabo uno de los experimentos realizados durante el proyecto "Caracoles". El experimento "Fuerza" tuvo su origen en una de las preguntas formuladas por el alumnado: "¿los caracoles son fuertes?".

Primero, discutieron de qué manera podían responder esta pregunta y concluyeron que era posible diseñar un experimento que implicase el uso de la fuerza por parte del caracol para arrastrar objetos. Ayudados por su maestra, idearon un "carro" con "arnés" mediante los que enganchar el caracol a los diferentes objetos: una patata, un clip, un bolígrafo. Este "carro" con "arnés" consistía en un cordel que rodeaba la concha de los caracoles, enganchado a un trozo de cartulina sobre el que podían colocar el objeto en cuestión (ver Figura 1).

Antes de montar los objetos sobre el "carro", usaron una báscula para pesarlos y registraron su peso en el encerado. La maestra dedico buena parte de la sesión a que los niños pesaran diferentes objetos de su elección y anotasen su peso. Apoyó al alumnado en la interpretación los datos para que fuera capaz de comparar el peso relativo de los objetos. Además, pesaron a los caracoles. Debido a la sensibilidad de la báscula, el peso de un sólo caracol no podía ser detectado. La maestra preguntó que podían hacer al respecto:

> Marta: Poner más [*ponen caracoles hasta que la báscula los puede detectar*]

La maestra realizó los cálculos, según los que un sólo caracol pesaba 0,8 gramos, explicándoles lo que era una división y que ellos aún no sabían realizarla. Luego les preguntó por el significado de 0,8 gramos.

> Germán: Que no es ni 1 g.
> Maestra: [...] Ni siquiera pesa 1 gramo. Efectivamente, 0,8 es menos que 1 gramo.

Durante la implementación del experimento tuvieron que superar algunas dificultades inesperadas. Por ejemplo, los caracoles no avanzaban espontáneamente. Para conseguirlo, decidieron colocar una hoja de lechuga enfrente del caracol. Esta decisión se basó en el conocimiento construido durante el proyecto de indagación. Todos los días, revisaban la caja de los caracoles y registraban que comida comían, por lo que aprendieron que les gustaba la lechuga.

Este experimento, igual que el resto de las experiencias y conceptos tratados durante el proyecto, fue representado mediante un dibujo, permitiéndoles desarrollar también la expresión escrita y plástica. La Figura 2 muestra uno de los dibujos sobre el experimento "Fuerza" realizados en el aula de 1º de educación infantil. En el dibujo se representan tres caracoles acompañados de la conclusión: "los caacoe [*caracoles*] tienen mucha fuerza" ("os caracois teñen moita forza", en el lenguaje original).

Figura 1. Realización del experimento "Fuerza"

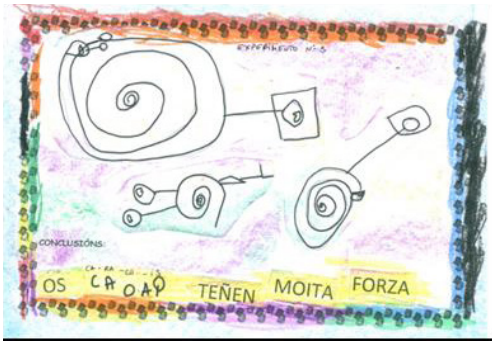


Figura 2. Dibujo del experimento fuerza **Conclusiones**

En un contexto de aprendizaje rico y con apoyo adecuado por parte de las docentes, los niños de educación infantil pueden participar en prácticas científicas como usar pruebas para apoyar sus conclusiones y construir explicaciones, de manera sofisticada. El diseño de proyectos de larga duración que permitan abordar en profundidad unos pocos contenidos y el fomento del discurso explícito sobre pruebas favorecen la participación del alumnado en las prácticas científicas. La participación en proyectos de ciencias como los descritos en este trabajo les permite además desarrollar otras competencias conjuntamente con la científica, por ejemplo, la competencia lingüística.

Referencias Bibliográficas

Cabe Trundle, K. (2015). The Inclusion of Science in Early Childhood Classrooms. In: K. Cabe Trundle y M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp.1-6). Dordrecht, The Netherlands: Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-9505-0_1

Consellería de Educación e Ordenación Universitaria (2009). Orde do25 de xuño de 2009 pola que se regula a implantación, o desenvolvemento e a avaliación do segundo ciclo da educación infantil na Comunidade Autónoma de Galicia. Diario Oficial de Galicia, 10 de xullo de 2009. Recuperado de:https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2009/20090710/Anuncio2404A_es.html

Fleer, M. y Pramling, N. (2015). *A cultural-historical study of children learning science: Foregrounding affective imagination in play-based settings*. Dordrecht: Springer.

Gelman, R. y Brenneman, K. (2012). Moving young "scientists-in waiting" onto science learning pathways: Focus onobservation. En J. Shragery S. Carver (Eds.) *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp.155–169). Washington, D.C.: American Psychological Association.

Jiménez-Aleixandre M.P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: Taber K.S., Akpan B. (Eds.) Science Education. *New Directions in Mathematics and Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers. DOI:10.1007/978-94-6300-749-8_5.

Metz, K. E. (2008). Narrowing the gulf between the practices of science and the elementary school science classroom. *The Elementary School Journal*, 109, 138-161.

Metz, K. E. (2011). Disentangling robust developmental constraints from the instructionally mutable: Young children's epistemic reasoning about a study of their own design. *Journal of the Learning Sciences*, 20(1), 50-110. National Research Council (2012).

Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53 (8), 1232-1258. DOI: 10.1002/tea.21259

National Research Council (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Recuperado de:http://dx.doi.org/10.1787/19963777

Siry, C.; Brendel, M. y Frisch, R. (2016). Radical listening and dialogue in educational research. International *Journal of Critical Pedagogy*, 7(3), 119-135.

Valiño Lemos, L., Vázquez Camino, M. D., Vidal López, A., González Vilariño, S., Otero Lemos, S. y Real Nimo, S. (2018). *Ciencia Educación Infantil*. Recuperado de: http://cienciaeducacioninfantil.es/ciencia_educacion_infantil/0.inicio

Línea 2.

El desarrollo profesional del profesorado

Línea 2. El desarrollo profesional del profesorado

Comunicaciones

Propuestas de futuros maestros para utilizar didácticamente las ideas de los alumnos de Primaria sobre un cambio químico

Rosa Martín del Pozo, María Ángeles Arillo y Patricia Martín Puig

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas.
Universidad Complutense de Madrid.

rmartin@edu.ucm.es

Resumen:

En este estudio se describen y analizan las propuestas didácticas que una muestra de 100 estudiantes de Magisterio hace para utilizar las ideas de los alumnos de Primaria sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico, que ellos mismos han detectado. Los resultados indican que, una vez analizadas las ideas, nada menos que el 69% de la muestra plantea explicar a los alumnos los conceptos implicados en dicho fenómeno (cambio químico, mezcla, etc.) y solo dos estudiantes proponen un tratamiento específico de las ideas detectadas. Se insiste en la necesidad de que los futuros maestros aprendan, no solo a detectar, analizar y utilizar didácticamente las ideas de los alumnos de Primaria sobre contenidos escolares de ciencias en general, sino que este aprendizaje esté integrado en la formación didáctica de cada contenido concreto del currículo de Ciencias de la Naturaleza.

Palabras clave: Formación inicial de maestros; Ideas de los alumnos; Cambio químico.

Introducción

Las ideas de los alumnos tienen una gran importancia en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias pues ayudan a los futuros maestros a cuestionar y transformar su propio conocimiento del contenido y de su enseñanza y aprendizaje, a la vez que les cuestiona y aleja del modelo transmisivo de enseñanza y del modelo de "saco vacío" de aprendizaje (Martín del Pozo, Rivero y Azcárate, 2014). Así pues, las ideas de los alumnos son uno de los componentes del conocimiento didáctico del contenido en ciencias que, como formadores, pretendemos que los futuros maestros aprendan. Concretamente, deben ser capaces de detectar, analizar y utilizar didácticamente las ideas de los alumnos de Primaria sobre los contenidos escolares de ciencias, así como comprender su naturaleza, cambio y relación con el conocimiento científico-escolar deseable (Martín del Pozo y De Juanas, 2013)

Por otra parte, en la formación inicial de maestros, sus concepciones disciplinares y didácticas son el punto de partida, el "material" con el que los formadores iniciamos un proceso formativo encaminado a complejizar sus planteamientos sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias, tomando como referencia, en nuestro caso, una enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar de problemas relevantes para los alumnos de Primaria (Rivero, Martín del Pozo, Solís y Porlán, 2017b).

Teniendo todo ello en cuenta, el estudio que presentamos hace referencia a las concepciones de los futuros maestros sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos acerca de un refe-

rente empírico habitual en la enseñanza de los cambios químicos: la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico.

Los estudios de concepciones de maestros sobre las ideas de los alumnos

Martín del Pozo y De Juanas (2013) en un estudio con 343 maestros en activo y 53 maestros en formación, analizaron su capacidad para "Tener en cuenta las ideas de mis alumnos y utilizarlas para su aprendizaje aunque sean erróneas", con los siguientes resultados: otorgan poca importancia a esta capacidad para ser maestro, las utilizan en la práctica docente solo al iniciar el tema y no se consideran muy formados para ello. Además, no existen diferencias significativas entre las dos muestras en las valoraciones de la importancia, utilización y formación recibida sobre las ideas de los alumnos. También, se realizaron 48 entrevistas en las que se detectaron varios significados:

- Las ideas de los alumnos como una expresión de sus intereses, opiniones y experiencias.
- Las ideas de los alumnos como errores que deben sustituirse por el conocimiento correcto.
- Las ideas de los alumnos como elemento de motivación y participación para iniciar un tema.
- Las ideas de los alumnos como sus conocimientos previos, como lo que recuerdan de cursos anteriores.

Todo ello muy alejado de los planteamientos de la Didáctica de las Ciencias sobre las ideas de los alumnos: un conocimiento alternativo al conocimiento escolar que se pretende enseñar y que hay que considerar a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En otro estudio con 149 estudiantes de Magisterio, se seleccionó una muestra de tres equipos que elaboraron propuestas didácticas para enseñar diferentes contenidos, y que se analizaron en tres momentos del proceso de formación (Martín del Pozo et al., 2014). Los resultados permitieron formular tres niveles de complejidad sobre la naturaleza de las ideas de los alumnos y su utilización didáctica (p. 360):

- En el nivel de menor complejidad, las ideas de los alumnos son los conocimientos que son capaces de recordar de la enseñanza recibida, pero no se utilizan en las actividades escolares.
- En el nivel de complejidad intermedia, se considera que los alumnos tienen ideas propias que suelen ser erróneas y que hay que sustituir por el conocimiento que se pretende enseñar, por lo que hay que detectarlas al inicio y al final del proceso de enseñanza.
- En el nivel de mayor complejidad, que es el nivel de referencia en la formación inicial, las ideas de los alumnos son construcciones personales, alternativas al conocimiento científico, que cambian por reconstrucción y se utilizan a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje con la pretensión de que evolucionen mediante la investigación escolar de problemas relevantes. Dichas ideas se consideran pues el eje del proceso de enseñanza-aprendizaje (Rivero et al., 2017b).

En un estudio similar pero con una amplia muestra de 347 estudiantes de Magisterio organizados en 92 equipos se analizó la progresión en el aprendizaje de, entre otras variables, la utilización didáctica de las ideas de los alumnos (Rivero, Martín del Pozo, Solís, Azcárate y Porlán, 2017a). Los resultados ponen de manifiesto que tanto al inicio como al final del proceso formativo, la mayoría de los equipos propone utilizar las ideas de los alumnos al inicio de la enseñanza para saber el nivel y los errores que tienen y explicar y/o hacer las actividades adecuadas.

En todos estos estudios, los participantes bien respondían a un cuestionario o entrevista sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos en general o bien elaboraban propuestas didácticas sobre diferentes contenidos de ciencias. En el estudio que presentamos, todos los estudiantes de Magisterio de la muestra tratan no ya sobre el mismo contenido, sino sobre un mismo fenómeno concreto (la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico) y son ellos mismos los que detectan las ideas de los alumnos de Primaria. Por último, se les pide explícitamente que digan cómo utilizarían las ideas que han detectado, como veremos en el siguiente apartado. Es decir, tratamos de acercar aún más el foco en la utilización didáctica de ideas concretas detectadas sobre un fenómeno concreto.

Objetivos

En este estudio nos preguntamos: ¿qué utilización didáctica de las ideas de los alumnos de Primaria sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico proponen los estudiantes de Magisterio? Así pues con este estudio se pretende:

- Describir y analizar las ideas de una muestra de alumnos de tercer ciclo de Primaria sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico.
- Describir y analizar las propuestas de utilización didáctica de tales ideas por una muestra de estudiantes de Magisterio.
- Explorar las posibles relaciones entre el nivel de complejidad de las ideas detectadas y las propuestas didácticas.

Metodología

Este estudio se realizó con 100 estudiantes de tercer curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la UCM, en el contexto de la asignatura Fundamentos y Didáctica de la Química que se desarrollaron en 13 sesiones de 90 minutos en el primer cuatrimestre del curso 2016-17 y 2017-18. Durante estas sesiones se trataron las siguientes cuestiones:

- Los contenidos relacionados con la Química, su enseñanza y aprendizaje, en el currículo de Primaria, los libros de texto y otros materiales curriculares.
- Análisis didáctico de los conceptos básicos de Química: sustancia y mezcla, cambio químico y cambio físico.
- Las ideas de los alumnos de Primaria sobre los conceptos básicos de Química: naturaleza, cambio, detección, análisis y utilización didáctica.

Los datos se obtienen de la actividad final del curso en la que cada estudiante de Magisterio debe explorar las ideas de un alumno de tercer ciclo de Primaria sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico. Previamente en el aula se ha elaborado un guion para la entrevista con el alumno mientras ponen en contacto ambos productos. Al final se acuerda plantear las siguientes cuestiones:

- Describir lo que hay al principio y lo que va ocurriendo.
- Interpretar lo que ha ocurrido.
- ¿Qué es el gas que sale?
- ¿Dónde está el vinagre? ¿y el bicarbonato sódico?
- ¿Puedo obtener lo que tenía al principio? SÍ, ¿cómo? / NO, ¿por qué?

Los estudiantes de Magisterio deben recoger las declaraciones de los alumnos de Primaria, analizarlas y plantear la utilización didáctica de las mismas.

El análisis de contenido de estos datos se ha realizado teniendo como referencia las diferentes categorías y niveles, tanto en los estudios de las ideas de los alumnos sobre los cambios químicos (Solsona, Izquierdo y Jong, 2003; Talanquer, 2006; Martín del Pozo, 2013; Arillo, Martín del Pozo y Martín Puig, 2015), como en las de los futuros maestros sobre la utilización didáctica de tales ideas, ya señaladas en el apartado anterior.

Resultados

Con respecto a la interpretación que de los alumnos de Primaria hacen de la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico se detectan tres niveles de complejidad creciente (Tabla 1). En primer lugar, el nivel de menor complejidad es un nivel descriptivo (12%) en el que los alumnos se limitan a describir aquello que les llama la atención. Por ejemplo: "al echar el vinagre al bicarbonato, sube y hace espuma" y que algunos piensan que no se pueden volver a recuperar porque no se ven, mientras que otros sí lo creen y proponen hacerlo por filtración.

En un nivel intermedio, no se contempla la transformación en sustancias diferentes a las del inicio, es decir, el fenómeno se interpreta como un cambio físico por el 82% de la muestra:

- bien como una mezcla de ambos productos (46%) que bien no se pueden recuperar, básicamente porque no se ven, o sí se pueden recuperar por procedimientos tales como la evaporación, filtración o decantación,
- bien como un cambio de estado del bicarbonato sódico (de sólido a gas) o, en menor medida, del vinagre (de líquido a gas) que no puede recuperarse porque se han "ido, ya no están" (25%)
- o bien como ambos (11%), es decir parte del bicarbonato sódico se mezcla, se disuelve con el vinagre, y parte se desprende en forma de gas, y desde luego piensan que no se pueden volver a obtener.

Y, solo seis alumnos lo interpretan como una reacción química entre los productos en la que se han formado sustancias diferentes a las del principio y, por lo tanto, no pueden volver a recuperarse por procedimientos físicos.

Una vez detectadas las ideas de los alumnos de Primaria, los estudiantes de Magisterio proponen utilizarlas de las siguientes maneras (Tabla 1):

- Explicar los contenidos implicados en el fenómeno (69%): cambio químico, cambio físico, sustancia, estados de la materia y técnicas de separación de los componentes de una mezcla. Y ello se propone en todas las diferentes ideas detectadas. Tanto es así, que incluso llegan a plantear que: "según las respuestas del alumno yo propondría rehacer el experimento una vez que le hayamos explicado los contenidos que el niño ignoraba y ver si realmente ha aprendido."
- Recomendaciones generales, sin hacer referencia a las ideas detectadas, sobre la necesidad de tener en cuenta las ideas de los alumnos y la bondad de las experiencias prácticas para el aprendizaje de los cambios químicos (29%). Por ejemplo: "Tenemos que partir de las experiencias que el alumnado haya podido tener. Después, abordaremos el contenido de manera teórica para que tengan claros los conceptos correspondientes. Finalmente, manipularán el contenido de modo experiencial y vivencial a través de experimentos." También se propone en todas las diferentes ideas de los alumnos de Primaria.
- Tratamiento específico de las ideas detectadas (2%). Por ejemplo: "Describe la aparición de la espuma que le llama la atención y de cómo se juntan las sustancias. Pero dice no saber si se puede recuperar el estado inicial. Para poder mejorar es necesario decirle que se fije en las diferencias entre el estado inicial y final, para llegar a la idea de cambio de

sustancias." Solo se hace esta propuesta en los casos más complejos, en los que los alumnos no interpretan el fenómeno como un proceso o lo interpretan conservando las sustancias implicadas. Sin embargo, no se hace esta propuesta cuando los alumnos interpretan que se han producido nuevas sustancias, aparentemente, más sencillo para la enseñanza.

En definitiva, como puede apreciarse en la Tabla 1, todo parece indicar que de los tres tipos de propuestas didácticas detectadas, ninguna está claramente asociada a la complejidad de las ideas de los alumnos, si bien es necesario obtener más datos al respecto y realizar otros análisis estadísticos.

Tabla 1. Porcentaje de las ideas de los alumnos y de las propuestas de utilización didáctica de los estudiantes de Magisterio sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico.

Niveles de complejidad de las interpretaciones de los alumnos de Primaria			**Utilización didáctica de las ideas detectadas por los estudiantes de Magisterio**	
Describen, no interpretan		12	Explicar contenidos	10
			Consideraciones metodológicas generales	1
			Tratamiento específico de las ideas detectadas	1
Cambio físico, no se producen nuevas sustancias	Mezcla	46	Explicar contenidos	31
			Consideraciones metodológicas generales	15
	Cambio de estado	25	Explicar contenidos	19
			Consideraciones metodológicas generales	6
	Mezcla + Cambio de estado	11	Explicar contenidos	7
			Consideraciones metodológicas generales	3
			Tratamiento específico de las ideas detectadas	1
Cambio químico, interaccionan y se transforman en nuevas sustancias		6	Explicar contenidos	2
			Consideraciones metodológicas generales	4

Conclusiones e implicaciones formativas

La principal conclusión de este estudio es que el hecho de que los estudiantes de Magisterio sean capaces de detectar y analizar las ideas de los alumnos sobre un fenómeno concreto, no garantiza que su utilización didáctica se "aleje" de un modelo transmisivo. En línea con los estudios citados en la introducción, el esquema: "ideas alumnos → explicación maestro", parece ser mayoritario. El obstáculo que puede estar presente es la idea de que existe un conocimiento científico-escolar correcto que debe sustituir al conocimiento erróneo de los alumnos para que éstos aprendan, y el maestro debe explicarlo. Además, existe una dificultad de orden profesional: el tipo de conocimiento sobre los contenidos escolares que hay que tener para manejar las ideas de los alumnos y hacer que evolucionen es de bastante complejidad.

Por ello, la principal implicación de este estudio es que la formación de los futuros maestros sobre las ideas de los alumnos debe hacerse integrada en la formación sobre los contenidos concretos que habrán de enseñar en Primaria. Planteamientos muy generales al margen de los contenidos concretos, no parece que garanticen el "no retorno" al modelo transmisivo. Más de la mitad de la muestra de este estudio lo propone claramente: "una vez detectadas las ideas, hay

que explicar el contenido". Y ello a pesar de declarar, en otras actividades de formación, que hay que contrastar las ideas de los alumnos a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Proponemos pues la elaboración de casos prototípicos con las ideas que suelen ser habituales entre los alumnos de Primaria para debatir los planteamientos didácticos detectados en este estudio. Por ejemplo, ante ideas de los alumnos de Primaria de nivel intermedio, plantear qué datos podemos aportar que sirvan a los alumnos de contraste con sus ideas (¿cómo puedes explicar que el bicarbonato sódico pase a gas si su punto de ebullición es 851°C?) En definitiva, tienen que aprender, poco a poco y con diferentes casos, qué hacer con las ideas de los alumnos que han aprendido a detectar.

Referencias bibliográficas

Arillo, M.A., Martín del Pozo, R. y Martín Puig, P. (2015). *Talleres para enseñar Química en Primaria*. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: http://www.ucm.es/didactica_cc_exp/libro-talleres-para-ensenar-quimica

Martín del Pozo, R. (coord.)(2013). Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos. Servicio de publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: http://www.ucm.es/didactica_cc_exp/libro-las-ideas-cientificas-de-los-alumnos-y-alumnas-de-primaria-tareas,-dibujos-y-textos

Martín del Pozo, R. y De Juanas, A. (2013). La valoración de los maestros sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Complutense de Educación, 24*(2), 267-285. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n2.42079

Martín del Pozo, R., Rivero, A. y Azcárate, P. (2014). Las concepciones de los futuros maestros sobre la naturaleza, cambio y utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11*(3), 348-363. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/16588

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R., (2017a) Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(1), 29-52. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R. (2017b). *Didáctica de las ciencias experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

Solsona, N., Izquierdo, M. y Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, *25*(1), 3-12. Recuperado de: https://doi.org/10.1080/09500690010006536

Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: A model for understanding students'alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 811-816. Recuperado de: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed083p811

¿Cómo es el instrumento de detección de ideas del alumnado que diseñan maestros en formación?

Lidia López-Lozano[1] y Emilio Solís[2]

[1]Escuela Universitaria de Osuna, adscrita a la Universidad de Sevilla
[2]Departamento de Ciencias Experimentales, Universidad de Sevilla

lidiall@euosuna.org

Resumen:

Presentamos una actividad formativa de aula dirigida a maestros de Primaria en formación inicial para tratar las ideas de los alumnos y alumnas sobre contenido de ciencias que, a su vez, nos permite conocer cuáles son sus planteamientos iniciales sobre este problema curricular. Para ello, analizamos y caracterizamos los cuestionarios iniciales de detección de ideas elaborados por 15 equipos de estudiantes-maestro de la Escuela Universitaria de Osuna (Sevilla). Atendemos aspectos tanto de contenido como de forma. Los resultados revelan que se trata de un instrumento evaluativo semejante a un test recordatorio de conocimientos adquiridos o no, además de ciertas incongruencias entre las valoraciones reflexivas aportadas y la propuesta de instrumento.

Palabras clave: ideas de los alumnos; cuestionario de exploración; formación inicial; enseñanza de las ciencias

Introducción

Presentamos una actividad de aula dirigida a la formación inicial del profesorado de Primaria. Debemos tener en cuenta que, durante el desarrollo de los cursos de formación, el estudiante experimenta una transformación de alumno veterano de ciencias a profesor principiante de ciencias (Kang, Bianchini y Kelly, 2013). De ahí la importancia de proponer experiencias teórico-prácticas que les acerque a la realidad del aula, donde poder desarrollar lo trabajado en la universidad y reformular y cuestionar, posteriormente, desde la ejecución misma en el contexto escolar (Yoon, Joung y Kim, 2012). Asimismo, diversos autores coinciden en enfatizar la importancia de involucrar a los futuros docentes en la reflexión sobre la enseñanza de contenidos específicos de ciencias para propiciar cambios significativos en su conocimiento (Abell, Appleton y Hanuscin, 2010; Kang et al., 2013).

Basándonos en estas aportaciones, esta actividad formativa se enfoca en la investigación de uno de los problemas curriculares más relevantes para la práctica: el estudio sobre las ideas de los alumnos acerca del contenido de ciencias (Rivero et al., 2017). Esta temática ha constituido una línea de investigación de amplio desarrollo sustentado en la idea de que lo que los alumnos piensan y sienten influye potencialmente en su aprendizaje (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989). Así, planteamos en la formación inicial la exploración del pensamiento del alumnado como dinamizador del proceso de construcción curricular. Esto nos lleva a planificar este bloque formativo en dos grandes núcleos. El primero, trata sobre qué se entiende por ideas de los alumnos y, seguidamente, cómo averiguar e interpretar, desde el punto de vista de un docente, dichas ideas. El segundo, trata sobre el papel que desempeñan en una enseñanza de las ciencias que podamos considerar de calidad (Rivero et al., 2017).

En la primera fase, la que nos ocupa en este trabajo, la propuesta es la elaboración en equipo de un Cuestionario de ideas de los alumnos, que les permita averiguar qué conocen los alumnos de Primaria (y no lo que saben o no) sobre el contenido de ciencias que versa la secuencia didáctica que están diseñando durante el curso. Es decir, conocer estas ideas significa "conocer los modelos de razonamiento que utilizan y las ideas que manejan al hacerlo" (Pujol, 2003, p. 95). Aquí apuntamos la importancia que tiene esta actividad por su relación con el dominio que el futuro docente presenta del contenido de ciencias que se está manejando (anterior bloque abordado en clase) que le permitirá configurar una serie de cuestiones con el propósito que hemos señalado. Lo que demuestra la interdependencia que existe entre los diferentes elementos curriculares.

Se prevé una fase de contraste y reformulación de las preguntas iniciales abordando el qué y el cómo preguntar de manera más pormenorizada. Presentamos el análisis de la primera versión del instrumento, por tanto, la investigación tiene como continuidad natural la de contrastar estos diseños iniciales con los definitivos. Con el fin de poner en práctica esta actividad y obtener así evidencias reales sobre las ideas espontáneas de los alumnos, la elección del cuestionario como instrumento se debe a que se trata de una técnica ágil de recogida de datos y que permite dirigirse al grupo en conjunto. Además, acepta una gran variedad de tipo y forma de preguntas (desde abiertas a cerradas, de opción múltiple, verdadero/falso, incluir imágenes, etc.) (Cubero, 1989). Cuya caracterización creemos que nos aportará información relevante sobre los planteamientos iniciales de los futuros maestros sobre este problema curricular. Por ello, se presenta como una buena herramienta investigativa (Solís, Porlán, Martín del Pozo y Harres, 2016).

Desarrollo de la investigación

Objetivo

Nos planteamos conocer ¿cuáles son los planteamientos iniciales de los estudiantes-maestro frente al tratamiento de las ideas de los alumnos mediante el diseño de un cuestionario para tal propósito?

Contexto y participantes

La actividad formativa se desarrolla en un aula correspondiente a la asignatura anual de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 2º curso del Grado de Educación Primaria en la Escuela Universitaria de Osuna (adscrita a la Universidad de Sevilla, España) en el presente curso 2017-18. Participaron 62 estudiantes-maestros siendo, mayoritariamente, mujeres (61.3%). Todos cursan por primera vez la asignatura, excepto uno. Se agruparon en 15 equipos de trabajo de entre 3-5 miembros cada uno. El recurso formativo que se sigue en dicha asignatura se encamina a hacer evolucionar los planteamientos de los futuros maestros hacia la enseñanza de las ciencias por investigación escolar (Rivero et al., 2012), basándose en la investigación de problemas curriculares relevantes para la profesión y en la aproximación con prácticas docentes innovadoras.

Instrumento

Para la elaboración del cuestionario se les proporcionó un guion donde se apuntaba que la actividad debía servir para cubrir dos aspectos. De una parte, diseñar un cuestionario para detectar las ideas de los alumnos de Primaria y, de otra, conocer las razones en las que se fundamenta su elaboración. Para ello, debían proponer entre 6 y 8 cuestiones, pudiendo hacer uso de esquema y/o dibujos. Además, debían incluir para cada cuestión una explicación que justificase la inclusión de esta. Finalmente, se les solicitaba una valoración general de la intencionalidad del cuestionario y una aproximación global a los resultados que podían obtenerse. Así, hemos analizado los 15 cuestionarios iniciales propuestos por estos equipos siguiendo dichas directrices.

Metodología y análisis de la información

Para la obtención de datos se ha seguido una metodología cualitativa de carácter interpretativo, basándonos en las técnicas de análisis de contenido de tipo tema (Bardin, 1986). Para ello, nos apoyamos en las categorías de análisis propuestas por Solís et al. (2016) para caracterizar el cuestionario inicial diseñado. Incluimos la categoría "Objetivo", que atiende a la explicación dada a cada pregunta formulada para conocer las razones en las que se fundamenta su elaboración. Así, tras una primera lectura global, identificamos las unidades de significación relevantes que nos permita conocer la postura inicial sobre este problema curricular, según se trate de un instrumento adecuado para la exploración de las ideas espontáneas de los alumnos o, contrariamente, se asemeja a una evaluación inicial (pre-test).

En el estudio antes citado (Solís et al., 2016) se establecen tres niveles de complejidad creciente según la postura adoptada que, además, les permite conocer el cambio experimentado durante el proceso formativo. En nuestro caso, tratándose del análisis en el momento inicial, tomaremos dichos niveles como orientaciones que nos permita agrupar las distintas propuestas para poder determinar los "patrones" presentes representativos de sus ideas iniciales acerca de *cómo* (la forma) y *qué* (contenido) conocer de las ideas del alumnado.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos del análisis de los cuestionarios elaborados por los 15 equipos. En líneas generales, podemos decir que, mayoritariamente, los cuestionarios responden a un instrumento de medición de nivel, preguntando por datos y definiciones, a través de preguntas predominantemente cerradas que nos recuerdan a un examen, aunque el lenguaje utilizado para ellos es, fundamentalmente, sencillo. Respecto al contenido, predomina la demanda de datos, definiciones y nombres.

Sobre el recurso comunicativo utilizado, el (*) hace referencia a la idoneidad del dibujo o esquema. Esta puntualización se debe a que hemos detectado que, a veces, el dibujo o imagen presentado o la solicitud de este no es relevante, ya sea porque resulta redundante, o meramente decorativo o bien porque la petición resulta inapropiada, por ejemplo, ante la situación de tener un globo lleno de aire "que no se hunde" (no sabemos la situación) y otro de agua, pedirles que dibujen lo que le pasará al segundo globo (hundirse)(E11) o que dibujen la función de reproducción de las plantas (E8).

También encontramos algunas preguntas que o presentan ambigüedad como "Cogemos tres objetos de clase un bolígrafo, una silla y una tiza, ¿qué crees que tienen en común?" (E13), "¿cuál es la relación que tienen las plantas con los animales?" (E14), o bien están descontextualizadas. Otra tendencia advertida es ofrecerles información requerida en la pregunta, a modo de "ayudarles a decir lo correcto", léase, "Construye al menos cuatro frases que contengan la palabra energía como, por ejemplo: *dedica tu tiempo y energía a algo útil* o *la lavadora consume mucha energía*" (E9). O que la respuesta de una pregunta se responde con el enunciado de la siguiente, como cuando sobre los sentidos al inicio se les pregunta por ellos y, en la 4ª, los indican para que unan acciones con los sentidos (E4). En relación con esto, en cuanto al formato del cuestionario, otro aspecto que merece mención es el orden casual, un tanto aleatorio, establecido a la hora de organizar las preguntas.

Sobre la explicación que dan a la pregunta planteada, mayoritariamente, responden dando la respuesta "correcta" con todos los datos que requieren. El objetivo responde a saber si saben la información correcta: "saber si conocen las funciones del esqueleto" (E10), "si conocen los nombres de los órganos" (E2).

En cuanto a la intencionalidad del cuestionario, podemos decir que prima averiguar si los alum-

nos saben o no sobre la temática abordada, además de detectar los errores conceptuales que puedan presentar. Esta finalidad es sostenida incluso por el equipo que presenta una propuesta más adecuada en cuanto a forma y contenido respecto al resto (E1). De manera que, este expresa que la intencionalidad es la de saber "de qué conocimientos parten, cuales son científicamente correctos y cuales erróneos" (*sic*). Además, añaden que esperan obtener "resultados cercanos a la realidad ya que están (los alumnos) en el último nivel de educación primaria". También se da la situación contraria, que ante la elaboración de un cuestionario de corte academicista se exprese que se pretende "incitar a los alumnos a compartir ideas, creencias y opiniones o a activar sus

Tabla 1. Resultados del análisis de los cuestionarios iniciales elaborados por los 15 equipos

CATEGORÍAS	Niveles de formulación de menor a mayor complejidad	Frecuencia (N Equipos)	% de equipos
Contenido de la pregunta	El contenido se relaciona con datos, nombres, definiciones estándar, etc.	9 (E2, E4, E5, E6, E7, E10, E12, E13, E14)	60
	El contenido se relaciona con datos, nombres, definiciones estándar, etc. y también con significados.	5 (E3, E8, E9, E11, E15)	33.3
	El contenido se relaciona, mayoritariamente, con significados	1 (E1)	6.7
Demanda intelectual que requiere la respuesta	Respuestas poco elaboradas (recordar, rellenar, señalar, etc.)	7 (E2, E4, E5, E6, E7, E13, E14)	46.7
	Se mezclan preguntas que requieren respuestas elaboradas y poco elaboradas	8 (E1, E3, E8, E9, E10, E11, E12, E15)	53.3
	Respuestas elaboradas (relacionar, reflexionar, etc.)	-	-
Formulación de la pregunta	Predominantemente cerrada.	8 (E2, E4, E5, E6, E7, E12, E13, E14)	53.3
	Mezcla entre abiertas y cerradas.	5 (E3, E8, E9, E11, E15)	33.3
	Predominantemente abierta.	1 (E1)	6.7
Forma de preguntar	Directa.	9 (E2, E5, E6, E7, E8, E10, E12, E13, E14)	60
	Mezcla entre directa e indirecta.	5 (E3, E4, E9, E11, E15)	33.3
	Indirectas.	1 (E1)	6.7
Lenguaje utilizado en el instrumento	No apropiado para edad de los alumnos	2 (E2, E13)	13.3
	Se mezcla un lenguaje apropiado para la edad de los alumnos con otro que no lo es.	6 (E1, E5 E6, E10, E11, E12)	40
	Apropiado (accesible, próximo, cotidiano, etc.)	7 (E3, E4, E7, E8, E9, E14, E15)	46.7
Recurso comunicativo utilizado	Solo texto y preguntas	9 (E3, E5, E6, E8, E9, E11, E13, E14, E15)	60
	Sólo texto y preguntas introduce/solicita algún dibujo, personajes o esquema (*)	5 (E2, E4, E7, E10, E12)	33.3
	Variedad: textos, dibujos, esquemas, personajes, etc.	1 (E1)	6.7
Objetivo de la pregunta	Conocer si saben o no lo que se les pregunta, se habla de "errores", dificultades.	15	100
	Conocer el conocimiento escolar del alumnado.	-	-

Adaptado de Solís et al. (2016).

conocimientos" (E2). Esto es indicativo del sentido evaluativo tradicional que le otorgan a esta activad recurriendo a la constatación del nivel de conocimiento de partida del alumnado antes de tratar una temática.

Conclusiones

Nuestros resultados relevan que la mayoría de los equipos de estudiante-maestros elaboran un instrumento para averiguar lo que saben los alumnos/as sobre los conceptos de ciencias, pero sin mucha atención a los pensamientos de los alumnos. Esto parece coincidir con lo resultante del análisis de los cuestionarios iniciales (menor muestra) en el estudio de referencia (Solís et al., 2016). En el hecho de que se basan en textos y preguntas cerradas como principal recurso comunicativo, obviando el potencial de los dibujos como fuente de ideas de los alumnos, también, en la manera directa de preguntar y en su contenido.

Asimismo, encontramos cierta correspondencia entre el sentido evaluativo que estos futuros maestros le otorgan a esta actividad de exploración de ideas y las declaraciones obtenidas en una reciente investigación sobre el conocimiento didáctico de la evaluación en ciencias (López-Lozano, 2017), concretamente sobre la evaluación inicial. En un contexto formativo similar, aunque con una muestra más amplia (92 equipos), estos estudiantes-maestros destacaban la importancia de tener evidencias del alumnado desde el inicio al final del proceso, aunque la propuesta se asemejaba, fundamentalmente, a una prueba recordatoria. En otros estudios, como el de Morrison y Lederman (2003) los docentes reflejan la desconexión entre la teoría y la práctica, al defender la importancia de diagnosticar las ideas de los alumnos, pero sin ninguna propuesta instrumental para llevarlo a cabo.

Estos hallazgos, que representan las ideas iniciales de los estudiantes-maestros sobre el tratamiento de las ideas de los alumnos, sugieren la necesidad de abordar este problema curricular desde los planteamientos de exploración de esquemas de conocimiento de los alumnos que les ayude a aprender a incorporarlas en sus planificaciones de manera que se construyan sobre esas ideas (Larkin, 2012).

Referencias bibliográficas

Abell, S. K., Appleton, K., y Hanuscin, D. (2010). *Designing and teaching the elementary science methods course*. New York: Teaching and Learning in Science Series.

Bardin, L. (1986). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Cubero, R. (1998). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos.* Sevilla: Díada.

Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC

Kang, E. J. S., Bianchini, J. A., y Kelly, G. J. (2013). Crossing the Border from Science Student to Science Teacher: Pre-service Teachers ' Views and Experiences Learning to Teach Inquiry. *Journal Science Teacher Education, 24*(3), 427-447. DOI:10.1007/s10972-012-9317-9

Larkin, D. (2012). Misconceptions About "Misconceptions": Preservice Secondary Science Teachers' Views on the Value and Role of Students ideas. *Science Education, 96*(5), 927–959.

López-Lozano, L. (2017). *Estudio de la evolución del conocimiento didáctico en estudiantes del Grado de Educación Primaria sobre la evaluación en ciencias.* Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Morrison, J. A. y Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education, 87*(6), 849-867.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Porlán, R. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.

Rivero, A. Porlán, R., Solís, E., Rodríguez-Marín, F., Hamed, S., Martín del Pozo, R., Ezquerra, A., & Azcárate, P. (2012). *Aprender a enseñar ciencias en primaria. Actividades de formación inicial de maestros para aprender a enseñar ciencias por investigación escolar*. Sevilla: Copiarte.

Solís, E., Porlán, R., Martín del Pozo, R. y Harres, J. (2016). Aprender a detectar las ideas del alumnado de Primaria sobre los contenidos escolares de ciencias. *Investigación en la escuela*, 88.

Yoon, H.-G., Joung, Y. J., y Kim, M. (2012). The Challenges of Science Inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: difficulties on and under the scene. *Research in Science Education, 42*(3), 589-608. DOI: 10.1007/s11165-011-9212-y.

Indagando en el aula de ciencias: cómo progresan los métodos empleados por los docentes

Julià Hinojosa y Neus Sanmartí

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Grupo LiEC.
Universidad Autónoma de Barcelona

julia.hinojosa@escolapia.cat

Resumen:

En esta comunicación se recoge como varia el perfil docente en relación a la aplicación de procesos de indagación en el aula, a partir de un programa de "formación permanente". Se pretende que los docentes promuevan una actividad científica indagatoria que dé importancia a la argumentación y la modelización. Aunque el proyecto abarca todo el profesorado cuyos alumnos tienen de los tres a los dieciocho años en una escuela de 4 líneas, en este escrito nos centramos en el de 5º de primaria. Se han identificado diferentes subprocesos asociados, cómo se va progresando en cada uno de ellos y las dificultades de consolidación de esta metodología.

Palabras clave: Formación permanente, modelización, argumentación, indagación.

Objetivos

La finalidad amplia del proyecto es la de promover entre los profesores de una escuela una estrategia didáctica en la que se aprenda ciencia y sobre ciencia. Para ello hemos asesorado al equipo de profesores a través de un espacio de formación e innovación fundamentado en la reflexión conjunta y permanente.

El objetivo específico de este trabajo es identificar etapas o pasos en la evolución de la práctica de 4 maestros de 5º de primaria a lo largo de un tiempo en relación a diferentes subprocesos que caracterizan una metodología basada en indagación/argumentación/ modelización, así como algunas de las dificultades que han de afrontar.

Marco teórico

Actualmente, dentro del abanico de metodologías constructivistas, diferentes enfoques hacen hincapié en la indagación basada en la modelización de fenómenos (Windschitl et al., 2008). Desde este punto de vista se considera la enseñanza como el conjunto de acciones que promueve el profesorado para favorecer el proceso de indagación-modelización que realizan los estudiantes con la finalidad de "dar sentido" a los hechos del mundo. De esta manera los alumnos se explican la realidad construyendo modelos, aproximaciones de la misma realidad, que evalúan y reajustan cuando los ponen en práctica.

Consideramos que hacer ciencia es llevar a cabo una actividad en la que la indagación, la modelización y la argumentación se entrelazan para una reconstrucción de los fenómenos y asimismo para enseñar ciencias. Como indica Jiménez (2000), conlleva mediar en el proceso de aprendizaje, a partir tanto de la planificación y organización de actividades relevantes como de la gestión

del trabajo individual y en equipo, y de la intervención en determinadas etapas de dicho proceso para promover la explicitación de ideas o modelo mental, búsqueda de pruebas y construcción de nuevas ideas científicas, reestructuración de conocimientos en función de las pruebas y de la perspectiva científica y aplicación de las ideas a nuevos contextos o tareas (Couso, 2014).

En muchos casos la indagación se realiza como una actividad aislada, carente de relevancia y significado para los alumnos, de manera que no hay relación entre lo que se llama conocimiento teórico y práctico. Una indagación ha de facilitar la evolución de los modelos científicos de los que parten los estudiantes argumentando la posible coherencia entre las pruebas que recoge al indagar y sus ideas.

Habitualmente se planifica y se reflexiona muy poco sobre las preguntas a plantear, los objetos y observaciones que podrían acompañar una explicación o la búsqueda de información, la función de los ejemplos y las analogías, la relación entre teoría y práctica…, y mucho menos sobre cómo promover una actividad de los alumnos que tenga un nivel cognitivo alto.

Hemos planteado un asesoramiento basado en la reflexión conjunta entre el profesorado. Con esta mediación intentamos conseguir (Valcárcel y Sánchez, 2000):

- Mejorar el conocimiento de los profesores en relación con la materia que enseñan, tanto del conocimiento del contenido como del conocimiento didáctico del contenido.
- Cambiar las concepciones y prácticas docentes hacia enfoques constructivistas que tenga en cuenta la indagación basada en la modelización.
- Capacitar a los profesores como diseñadores de proyectos e investigadores de su propia actuación en el aula.
- Desarrollar actitudes y prácticas docentes más colaborativas, críticas y autónomas.

El formador asume un papel de estímulo y colaboración en los procesos de reflexión, ayudando a crear espacios de formación, innovación e investigación. Estos espacios se generan a partir de desafiar a los profesores para que examinen sus conocimientos y creencias y reflexionen sobre su práctica docente, con la finalidad de superar los obstáculos y encontrar soluciones a los problemas detectados.

Dinámica del asesoramiento

El primer paso fue realizar una actividad común para explorar la situación inicial. El segundo paso consistió en realizar encuentros con los diferentes equipos de profesores, en los que se revisó conjuntamente la actividad realizada para reforzar aquello que fuera válido y, al mismo tiempo, reflexionar sobre lo que convendría replantear (Hinojosa y Sanmartí, 2016).

De los diferentes trabajos elaborados siempre se realizaba una reflexión crítica conjuntamente entre los miembros del equipo, especialmente a partir del análisis de los productos realizados por los alumnos. La intención era que los mismos profesores colaboraran en el diagnóstico y encontraran soluciones a los problemas detectados o propusieran mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje aplicados.

Metodología

Se ha escogido este grupo de 4 maestros de 5º de primaria porque ya desde el inicio manifestaron un interés por mejorar sus clases en la línea de trabajo que se les proponía. Para el estudio de su evolución se partió de una serie de tres tipos de datos con la finalidad de triangular fuentes de información: el diseño de las actividades realizadas por los maestros, las producciones ela-

boradas por los alumnos, y los datos recogidos en el cuaderno de campo donde se anotan las preguntas, respuestas y reflexiones del equipo de maestros.

Para el análisis de estos datos se han diseñado un conjunto de indicadores (tabla 1) en función de la propuesta de Simarro, Couso y Pintó (2013) sobre los aspectos a considerar en la modelización, propuesta que incide especialmente en tener en cuenta la relación entre el 'mundo de lo observable' y el 'mundo de las ideas' (figura 1). Además se han incluido 2 ítems más que se relacionan con la motivación y con la autoevalución-metacognición.

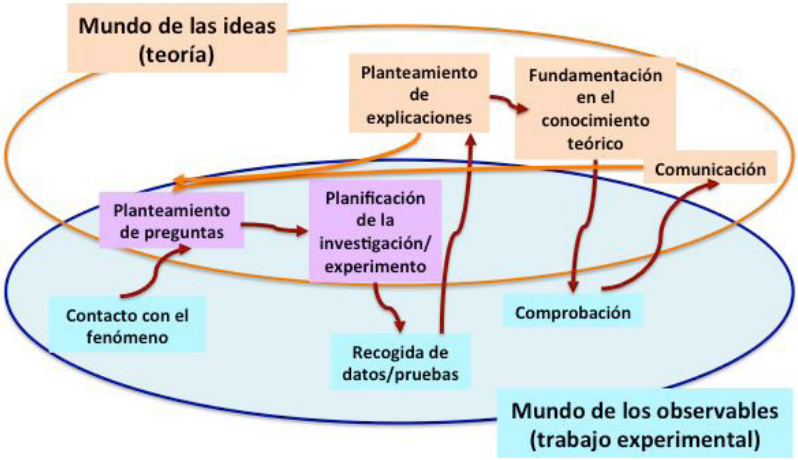


Figura 1. Propuesta de referente para el análisis de datos de la IBM. Adaptado de: Simarro, Couso y Pintó (2013)

Resultados

Se ha diferenciado, a grandes rasgos, de forma inductiva una serie de indicadores para construir la tabla 1 y plasmar las diferentes etapas del progreso. Se han identificado además del punto de partida, dos estadios evolutivos a lo largo de las diferentes actividades. También se indican las características esperadas en una etapa avanzada.

En el estudio de caso se ha constatado que después de las primeras reflexiones los 4 maestros llegaron al estadio 1. El paso al estadio 2 no fue unánime y costo un poco más de tiempo y regulación. De hecho 2 de los maestros aún no se puede afirmar que hayan consolidado este nivel. Los indicadores en los que más cuesta progresar son el diseño de la investigación y la argumentación en base al modelo.

De estos resultados se deduce que el proceso de cambio es lento y requiere que se vaya progresando poco a poco y en aspectos diversos. La evolución es el resultado de discutir desde las percepciones y prácticas de cada docente y, al mismo tiempo, de la aportación de nuevos referentes teóricos desde la didáctica de las ciencias que ayuden a ponerlas en duda.

Destacaríamos que la visión del conocimiento científico como conjunto de modelos teóricos que interrelacionan ideas y experiencias, y que a partir de ellos se pueden predecir y explicar muchos fenómenos, está muy lejos de las concepciones de muchos docentes y ello explica en buena parte las dificultades del cambio. Por el contrario, está muy interiorizada la creencia de que la ciencia es un conjunto de afirmaciones atomizadas y que se demuestra que se aprende si se saben repetir. Y tampoco se concibe que su aprendizaje tenga relación con recoger pruebas y argumentar a partir de aplicar procesos de indagación. En todo caso, el experimento sirve para visualizar una afirmación y no para reconstruirla a partir de él.

Tabla 1. Progresión en distintos subprocesos aplicados por los maestros

	ESTADIO INICIAL	ESTADIO 1	ESTADIO 2	SE ESPERA
Contexto de la indagación / contacto con el fenómeno	Inexistente	Anécdota inicial ("¿Con diez minutos es suficiente, no?")	Se plantea pero se acaba abandonando	Actividad inicial que dé sentido a todo el proceso
Planteamiento y gestión de las preguntas	Las plantea el docente y responde el primer alumno que tiene una propuesta de predicción de lo que puede pasar sin dar tiempo a que los demás activen sus conocimientos iniciales	Las plantea el docente y se da tiempo a todos los alumnos para pensar en posibles respuestas, predicciones. Pero no se pide que las argumenten ni se debaten	Se pide que los alumnos planteen preguntas. Se anima a que piensen en posibles predicciones individualmente, para luego contrastarlas en pequeño grupo. Se comparten en gran grupo, pero no se debate sobre su posible idoneidad para indagar	Se analizan las preguntas de los alumnos y las del docente y las predicciones. Se debate su posible idoneidad para indagar en base a los conocimientos que se tienen y a experiencias anteriores
Diseño de la investigación / experimento para recoger pruebas	Diseñado por el docente con la finalidad de observar el fenómeno. No hay control estricto de variables. Son de ensayo-error	Diseñado por el docente buscando la espectacularidad y la 'motivación'. ("¡Parece magia! y se lo pasan muy bien") No hay control estricto de variables	Diseñado por el docente con la finalidad de comprobar predicciones bastante superficiales. No se explicita su relación con la búsqueda de pruebas en relación al modelo inicial	Concebidos y razonados por los alumnos, y orientados a buscar pruebas no sólo de la predicción planteada sino también del modelo teórico que lo sustentan
Recogida y explicitación de la pruebas obtenidas	Datos cualitativos, orales y poco específicos. La recogida es poco sistemática	Datos cualitativos dibujados. La recogida es algo sistemática	Datos cualitativos y alguno cuantitativo. Se organizan en alguna tabla o cuadro	Se cuantifica cuando es necesario. Se organizan en tablas y gráficos para favorecer la comparación y el análisis
Planteamiento de explicaciones en base a modelos teóricos	Inexistente, no se tiene en cuenta	El docente da la explicación en base a alguna idea-definición. No se tienen en cuenta las ideas previas	Se recuerdan las ideas ya construidas pero de forma aislada sin vincularlas a algún modelo teórico ni tampoco se relacionan con las pruebas recogidas para interpretarlas	Movilizar el modelo teórico de referencia, conectándolo con las ideas previas-predicciones y relacionándolo con las pruebas obtenidas

Revisión de referencias bibliográficas	Anárquica	No responde a preguntas significativas en relación al modelo teórico. Se utiliza para copiar informaciones	Orientada a la búsqueda de ideas relacionadas con el modelo, pero sin filtros (lo que encuentran no siempre es apropiado en función de la edad)	Orientada a la búsqueda de ideas relacionadas con el modelo que sean útiles para validar las pruebas obtenidas y adecuadas a lo que los alumnos pueden comprender
Comprobación y comunicación argumentada de las interpretaciones y conclusiones	Afirmaciones sin argumentación	No se conecta con las predicciones planteadas y tampoco se consideran las pruebas ni las ideas teóricas de referencia	Se parte de las predicciones pero las interpretaciones y conclusiones no se basan en el modelo teórico de referencia	Se parte de hablar de la comprobación de las predicciones y se incide en las pruebas recogidas y se concluye en base al modelo
Motivación e implicación del alumnado	Alumnos motivados por la diferencia entre este tipo de actividad y las anteriores	Los alumnos se muestran participativos e intervienen aportando ideas	Surgen retos individuales y hay discusión en el marco de pequeños grupos y del gran grupo	Hay trabajo autónomo combinado con el del grupo. Manifiestan muchas iniciativas
Autoevaluación y metacognición	Esperan que el docente les indique si lo están haciendo bien	Aunque se propone alguna reflexión, es superficial y mecanicista	Se utilizan estrategias cooperativas para promover la autoevaluación y reflexión en relación a algunas estrategias básicas asociadas a la indagación científica	Aplicación de estrategias diversas orientadas a pensar y regular la planificación de la acción y los criterios de evaluación, de forma que promuevan la autorregulación de la práctica indagatoria

Reflexiones

Partir del análisis de su propia práctica comporta que poco a poco los docentes sean más creativos y busquen romper con su rutina, de manera que se van autoajustando a una visión más indagatoria de la práctica científica escolar. Ellos mismos advierten su progreso y dicen: *"*No trabajábamos así, pero va de fábula*"*.

La formación debe tener en cuenta que, más que "actualizar" a un docente, se deben crear las condiciones, para que innove y reflexione sobre qué sucede al aplicar la innovación, porqué sucede y qué nuevas mejoras se podrían introducir. Y ello requiere generar ambientes para que todo el mundo se pueda expresar, preservando su autoestima, y gestionar las posibles emociones negativas que sin duda van surgiendo. Y si, como en nuestro caso, esas condiciones se dan en equipos de trabajo naturales, posiblemente la probabilidad de que sus consecuencias sean más

relevantes y se mantengan en el tiempo es mucho más alta, ya que es el grupo el que avanza. Pero como ya se ha indicado, los cambios son lentos y exigen pasar por etapas "intermedias", en las que el profesorado va apropiándose del significado de "indagar" y de su relación con el proceso de modelización.

Así pues, se está construyendo en los equipos de trabajo de profesores y en el centro una nueva cultura profesional. Estamos avanzando en el desarrollo individual y del grupo a través de la experimentación y reflexión en y sobre la práctica, delimitando los problemas y estableciendo el asesoramiento y apoyo necesario desde la didáctica de la ciencia. Este planteamiento de la formación como modelización de la práctica profesional, es de hecho coherente con el proceso de modelización del conocimiento científico que se discute en su seno. Y como es sabido, aprendemos más sobre cómo hacemos que no sobre cómo nos explican cuáles son las buenas prácticas.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399). A l'Escola Pia Sarrià-Calassanç.

Referencias

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía). Último acceso el 3 de enero de 2017, desde http://www.apice-dce.com/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf

Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2016). Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos. En J. Sánchez y F. Cañada Cañada (Eds.), *Ciencias para comprender el mundo: Investigación e innovación en didáctica de las ciencias experimentales*, (pp. 119-128). Badajoz: Entimema.

Jimenez-Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. En J. Perales y P. Cañal. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoi: Marfil.

Simarro, C., Couso, D., y Pintó, R. (2013). Indagació basada en la modelització : un marc per al treball pràctic. Ciències, 25, 35–43.

Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2000). La formación del profesorado en ejercicio. En J. Perales, y P. Cañal. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoi: Marfil.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education,* 92, 941-967.

Capacidades que incluyen los futuros maestros en sus propuestas de enseñanza sobre el uso de la energía

Cristina Martínez Losada, Juan Carlos Rivadulla López y María Jesús Fuentes Silveira

Departamento de Pedagoxía e Didáctica. Universidade da Coruña

cmarl@udc.es

Resumen

Para este estudio se analizan las propuestas didácticas que elaboran 40 grupos de maestros en formación en relación con el uso de la energía, en el transcurso de una actividad formativa que realizan al final de la asignatura Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I. En concreto se analizan las capacidades que promueven las actividades y las que explicitan en los objetivos que plantean. Los resultados muestran que los futuros docentes priorizan las asociadas a la adquisición de conocimiento científico y a su aplicación a la explicación de hechos y fenómenos frente a las relacionadas con el análisis y resolución de problemas. Por otra parte, no siempre incluyen en los objetivos las capacidades que promueven las actividades que plantean, siendo éste un toque de atención para la formación docente de este colectivo.

Palabras clave: capacidades; formación inicial; propuesta didáctica; educación primaria; energía.

Fundamentación

El desarrollo de la competencia científica es clave en la formación de los jóvenes, que deberán enfrentarse a situaciones y problemas del mundo globalizado y tecnológicamente avanzado en el que viven (Pedrinaci, 2012). En esta línea, el último informe PISA la define como "la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo" (Sanmartí y Márquez, 2017). Lo indicado requiere enfocar la enseñanza hacia la adquisición de capacidades, que el alumnado debe ser capaz de emplear en relación con unos determinados conocimientos. Además, se han tratado de identificar los tipos de capacidades que deben desarrollarse prioritariamente en las aulas, en concreto Pedrinaci (2012) distingue entre las relativas al conocimiento de la ciencia, a la práctica de la ciencia y a la naturaleza de la ciencia y sus relaciones con la tecnología y la sociedad. Asimismo, Cañal (2012) las agrupa en torno a las siguientes dimensiones: conceptual, metodológica y actitudinal, destacando la necesidad de un uso integrado de las mismas.

Por otra parte, se ha destacado la importancia de aplicar las diferentes capacidades en contextos personal y socialmente relevantes de la vida (Blanco y Lupión, 2015). En este sentido, un tópico de especial interés es la energía, no solo porque permite explicar de forma integradora hechos y fenómenos variados sino también por el uso que hacemos de ella, que demanda una formación para la "acción", es decir, para poder tomar decisiones justificadas respecto a su uso (García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007). Por ello se recomienda introducir su estudio asociándolo a situaciones y problemáticas relacionadas con el uso y consumo energético en la vida cotidiana (De Pro, 2014), cuyas posibilidades educativas no siempre son reconocidas por el profesorado en formación (Martín, Prieto y Jiménez, 2013).

Aun reconociendo que el desarrollo de la competencia científica de los estudiantes no es un proceso sencillo (Benarroch y Núñez, 2015), es necesario que el profesorado asuma el reto de cambiar la práctica educativa habitual, que sigue respondiendo a un perfil predominantemente tradicional (Gil Flores, 2017). Lo indicado conlleva el necesario desarrollo de programas formativos específicos que ayuden a los docentes a tomar decisiones y actuar en sus clases de forma coherente con las tendencias educativas actuales. Concretamente en la formación inicial de maestros, se ha destacado la importancia de proporcionar oportunidades para facilitar la adquisición de conocimientos didácticos, pues éstos son referentes necesarios para la toma de decisiones docentes. Sin embargo, estudios realizados han puesto de manifiesto las dificultades que tienen los futuros maestros en el diseño de propuestas de enseñanza (Rivero, Martín del Pozo, Solís, Azcárate y Porlán, 2017) e incluso para identificar qué se está trabajando en las actividades que proponen (De Pro, De Pro y Serrano, 2017).

Objetivos

En este trabajo se pretende averiguar el tipo de capacidades relativas a la explicación científica de hechos o fenómenos y al análisis y resolución de problemas que incluyen los maestros en formación en sus propuestas de enseñanza. En concreto se tratará de dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Las actividades que proponen promueven el desarrollo de capacidades variadas en contextos próximos? ¿Existe relación entre el tipo de contexto que utilizan y los tipos de capacidades que promueven?
- ¿Qué capacidades incluyen en los objetivos que plantean? ¿Existe coherencia entre las capacidades que explicitan en objetivos y las que promueven en actividades?

Metodología

El estudio se realiza en 2º curso del Grado de Maestro de Educación Primaria en el marco de una actividad formativa que realizan al final de la asignatura Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I. A lo largo del curso se tratan de forma conjunta aspectos científicos y didácticos relativos a tópicos relevantes para la Educación Primaria, siendo uno de ellos la energía.

La actividad consiste en la elaboración, en pequeño grupo, de una propuesta didáctica dirigida al último curso de primaria en relación con el uso de la energía. Se les indica la importancia de utilizar situaciones y problemáticas que resulten próximas a los niños, como por ejemplo el uso de los diferentes aparatos y máquinas que usamos en nuestro día a día, así como de la necesidad de promover el desarrollo de capacidades diversas. Cada grupo debe: a) Explicitar los objetivos de la propuesta y b) Desarrollar la correspondiente secuencia de actividades.

Para este estudio se analizan las capacidades que incluyen en objetivos y las que promueven las actividades que proponen 40 grupos de estudiantes. Cada grupo estaba formado por tres o cuatro sujetos y propone un total de 161 actividades. En ambos casos se ha diferenciado entre tres tipos de capacidades: a) capacidades tipo I, asociadas a la adquisición de conocimiento científico sobre el tema –identificar características de la energía, establecer relaciones entre tipos de energía, definir qué es la energía–; b) capacidades tipo II, relativas a la explicación científica de hechos o fenómenos –identificar y/o describir qué pasa, explicar cómo sucede en términos causales, justificar teóricamente por qué sucede– c) capacidades tipo III, asociadas al análisis y resolución de problemas –analizar y/o reflexionar sobre lo que pasa, argumentar a partir de pruebas, tomar decisiones basadas en pruebas o argumentos–.

Por otra parte, se analiza el contexto en el que cada grupo sitúan las actividades que propone, diferenciando entre: a) ejemplos y situaciones cotidianas que requieren del uso de energía y b) situaciones problemáticas de relevancia socio-ambiental relacionadas con el consumo energético actual.

Resultados

Los grupos plantean actividades que incluyen el uso de capacidades de diferentes tipos. Cabe señalar que una misma actividad puede trabajar capacidades de distintos tipos y más de una capacidad de un mismo tipo. Más específicamente (Tabla 1):

a) Excepto uno, todos los grupos plantean una media de 2.9 actividades dirigidas a la adquisición de conocimientos científicos sobre el tema (Tipo I), centrándose sobre todo en la identificación de características y/o, en menor medida, en el establecimiento de relaciones (36 y 27 grupos, respectivamente). La media de actividades por grupo en ambos casos es, sin embargo, bastante similar (2.5 y 2.2) Solo tres grupos solicitan de forma explícita una definición.

b) Todos los grupos excepto uno plantean también una media de 2.5 actividades dirigidas la aplicación conocimientos a la explicación de hechos o fenómenos (Tipo II). Todos ellos solicitan la identificación y/o descripción de lo que sucede. Sin embargo, la explicación de cómo sucede y la justificación de porqué es así es requerida en menor medida (25 y 19 grupos, respectivamente). La media de actividades por grupo es también mayor en el primer caso que en los otros dos (2.4 frente a 1.8 y 1.4, respectivamente).

c) Solo 11 grupos incluyen alguna actividad dirigida al análisis y resolución de problemas (Tipo III). En concreto 10 las orientan al análisis/reflexión de los mismos, mientras que solo 6 solicitan una argumentación y 7 demandan una toma de decisiones.

Tabla 1. Capacidades que promueven los distintos grupos en las actividades que plantean

Tipos de Capacidades		**Grupos n=40**	**Actividades n=161**	**Frecuencia media ***
Tipo I. Adquisición de conocimiento científico	Identificar características	36	90	2.5
	Establecer relaciones	27	59	2.2
	Definir	3	3	1.0
	Total	39 (97.5%)	114 (70.8%)	2.9
Tipo II. Explicación científica de hechos/ fenómenos	Identificar/Describir	39	92	2.4
	Explicar	25	44	1.8
	Justificar	19	26	1.4
	Total	39 (97.5%)	98 (60.9%)	2.5
Tipo III. Análisis y resolución de problemas	Analizar/Reflexionar	10	13	1.3
	Argumentar	6	6	1.0
	Tomar decisiones	7	8	1.1
	Total	11(27.5%)	18 (11.2%)	1.6

*Relación entre el nº de actividades que demandan la capacidad y el nº de grupos que incluye actividades de ese tipo.

Todos los grupos sitúan la gran mayoría de las actividades en contextos próximos (Figura 1). En concreto, 37 grupos utilizan situaciones relativas al funcionamiento de objetos y aparatos de uso cotidiano y 22 grupos emplean situaciones problemáticas de relevancia socio-ambiental. Asimismo, en cómputos globales, el número de actividades en las que utilizan el primer tipo de situaciones es muy superior al de las que emplean situaciones del segundo tipo.

Por otra parte, al comparar el tipo de capacidad que demandan las actividades que plantea cada grupo y el tipo de contexto en que las sitúan (Figura 2), se aprecia que 7 de los 11 grupos que incluyen alguna actividad orientada al análisis y resolución de problemas lo hace en relación a situaciones problemáticas de relevancia socio-ambiental. Sin embargo, la mayoría de los grupos que orientan sus actividades a la adquisición de conocimientos y/o a su aplicación a la explicación de fenómenos lo hacen en actividades relación al funcionamiento de objetos/aparatos.

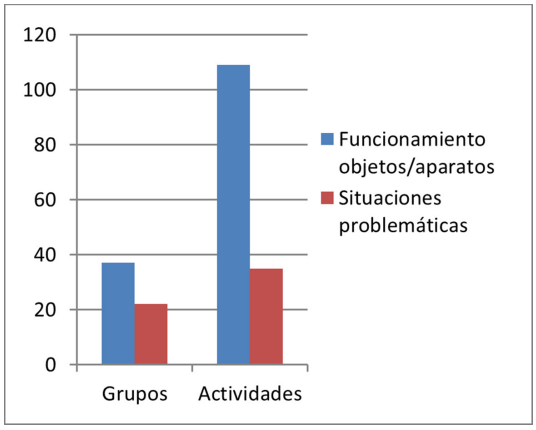


Figura 1. Nº de grupos y de actividades que plantean respecto a cada tipo de contexto

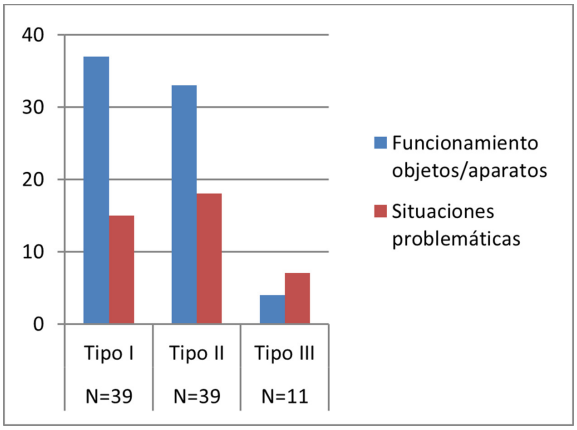


Figura 2. Relación entre el tipo de capacidades que demanda cada grupo y el tipo de contexto al que las aplica.

Los grupos explicitan diferentes tipos capacidades en los objetivos que plantean (Figura 3). Así, excepto tres, todos los grupos hacen mención a capacidades de tipo I, mientras que 17 lo hacen a capacidades tipo II y 15 a las de tipo III. Las más frecuentes de cada tipo son, respectivamente, la identificación de características (33 grupos), la descripción de lo que sucede (13 grupos) y el análisis y reflexión sobre lo que sucede (14 grupos).

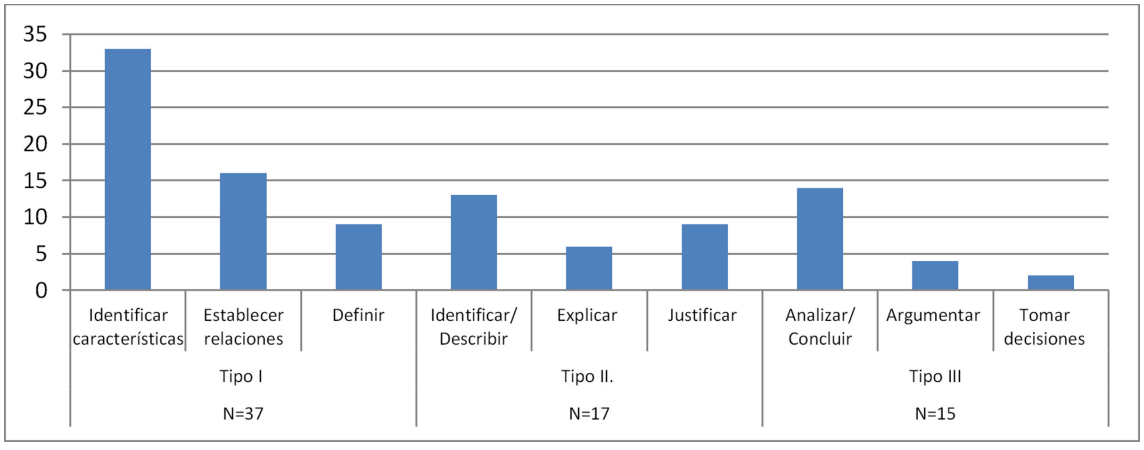


Figura 3. Capacidades que incluyen los distintos grupos en los objetivos que plantean

Finalmente, el análisis individualizado de las capacidades que explicita cada grupo en los objetivos y las que promueven las actividades que propone pone de manifiesto que:

- 20 grupos incluyen más tipos de capacidades en actividades que en objetivos. En concreto, 14 grupos promueven capacidades de los tipos I y II, mientras que en objetivos incluyen solo capacidades del tipo I. Los otros 6 promueven capacidades de los tres tipos pero en objetivos solo hacen mención a dos (tipos I y II; tipos I o II y III) o bien se centran exclusivamente en las de tipo I.
- 12 grupos consideran el mismo tipo de capacidades en objetivos y en actividades. De ellos, 5 grupos tienen en cuenta en ambos casos los tres tipos, 6 los tipos I y II y 1 solamente el tipo I.
- 5 grupos incluyen distintos tipos de capacidades en objetivos y en actividades. Todos consideran en actividades capacidades de tipo I y II mientras que en objetivos consideran solo de ellos, al tiempo que añaden capacidades tipo III.
- 3 grupos incluyen más tipos de capacidades en objetivos. Todos explicitan capacidades de los tres tipos pero solo promueven en actividades las de tipo I y/o de tipo II.

Conclusiones

Los maestros en formación que participaron en el estudio promueven el desarrollo de diferentes tipos de capacidades en las actividades que plantean, aunque se centran más en las relativas a la adquisición de conocimiento científico y a su aplicación a la explicación de hechos y fenómenos que al análisis y resolución de problemas.

Existe relación entre el tipo de contexto y los tipos de capacidades que promueven las actividades que plantea cada grupo. En este sentido, la menor atención detectada hacia el desarrollo de aquellas asociadas al análisis y resolución de problemas puede relacionarse con la menor presencia de actividades que presentan como objeto de estudio situaciones concretas relevantes por su repercusión socio-ambiental.

Los participantes no siempre explicitan en objetivos las capacidades que están promoviendo en las actividades. En cualquier caso, las capacidades concretas de cada tipo que los participantes trabajan en actividades y explicitan en objetivos en mayor medida son, respectivamente, la identificación de características, la identificación/ descripción de lo que pasa y el análisis y reflexión sobre situaciones.

Lo indicado constituye un toque de atención para la formación docente que debe incidir en la importancia de promover el desarrollo de capacidades “de calidad”, es decir, que permitan explicar científicamente hechos y fenómenos y utilizar un pensamiento crítico y reflexivo respecto a los mismos. También resulta preocupante que los futuros maestros no consideren en objetivos capacidades que, sin embargo, trabajan en su propuesta de actividades, incoherencia ésta que también ha sido detectada en otros estudios (De Pro, De Pro y Serrano, 2017).

Este estudio forma parte del Proyecto financiado por MINECO EDU2016-79563-R

Referencias bibliográficas

Benarroch, A. y Núñez, G. I., (2015) Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos. Una propuesta de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias, 33*(2), 9-27.

Blanco, A. y Lupión, T. (2015). La competencia científica en las aulas. Santiago de Compostela: Andavira editora

Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela, 78*, 5-17.

De Pro, A. (2014). La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana. Barcelona: Graó.

García, J. E., Rodríguez, F., Solís, M. C. y Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela, 63*, 29-45

Gil Flores, J., (2017) Rasgos del profesorado asociados al uso de diferentes estrategias metodológicas en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 35*(1), 175-192

Martín, C., Prieto, T., y Jiménez, M. A. (2013). Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*, 649-663. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/15619

Pedrinaci, E. (coord.) (2012). *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

De Pro Chereguini, C., De Pro Bueno, A., Serrano Pastor, F., (2017) ¿Saben los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(3), 7-28. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2205

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., Porlán, R. (2017) Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias, 35*(1), 29-52. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica, 1*(1), 3-16. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020

El uso de preguntas en la Enseñanza de las Ciencias por maestros/as en formación de Educación Infantil

Adrián Ponz[1,2] **y Beatriz Carrasquer**[1]

[1]Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Zaragoza, adrian.ponz@unizar.es.
[2]Grupo Beagle. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Universidad de Zaragoza

Resumen

Se ha estudiado la importancia que los estudiantes de Magisterio de Educación Infantil dan a la propuesta de preguntas en el aprendizaje de ciencias, y si las han utilizado como recurso didáctico en enseñanzas recibidas con anterioridad. La mayoría del alumnado consultado consideró que este método es indispensable para el aprendizaje significativo de los contenidos científicos, a pesar de no haber realizado en su formación anterior ningún tipo de actividad educativa en las que se les pidiera realizar preguntas investigables en relación a un fenómeno. Por otro lado, se analizaron también las preguntas que niños/as de Infantil propusieron en una actividad experimental de indagación implementada por estos estudiantes de Magisterio. A pesar de mostrar gran interés en usar ésta metodología, sin embargo, la llevan poco a la práctica.

Palabras clave: Preguntas; Investigación Escolar; Enseñanza de las Ciencias; Magisterio; Educación Infantil.

Introducción

Meyer (1988) sugiere que la naturaleza de la investigación científica es un medio para avanzar la progresión de la ciencia a través del proceso de hacer preguntas y luego contestarlas.

En la educación científica, las preguntas son una herramienta clave para involucrar a los estudiantes y extender las situaciones de aprendizaje, porque se pueden utilizar como motivación de diálogo, iniciadores de discusión, herramientas de aprendizaje, asignación y retroalimentación de proyectos (Montello y Bonnel, 2009). Según Gillies, Nicols, Burgh y Haynes (2012), enseñar a los estudiantes a hacer y responder preguntas es de importancia crítica si quieren participar en la argumentación razonada, la resolución de problemas y el aprendizaje. En este proceso, las preguntas tienen un papel fundamental, porque en muchas ocasiones son las que permiten establecer relaciones entre los hechos o fenómenos objeto de estudio, el propio conocimiento y el conocimiento científico (Roca, Márquez y Sanmartí, 2013). La indagación es un término utilizado, en la educación y en la vida cotidiana, para referirse a la búsqueda de explicaciones o información a través de preguntas (Harlen, 2013).

En este trabajo se ha planteado conocer la importancia que da el alumnado de Magisterio de Educación Infantil al uso de preguntas para el aprendizaje de las ciencias, comparándola con el uso real que hacen de las mismas cuando las tienen que aplicar en la práctica docente, porque "los niños no necesitan aprender a explorar, «preguntar» y manipular; nacen con un fuerte deseo de hacerlo" (Brown, 2002, p. 7).

Marco teórico

Amos (2002) señala que una quinta parte de lo que un docente dice en un aula puede ser en forma de preguntas. Si éstos hacen preguntas abiertas, permiten a sus estudiantes pensar libre y flexiblemente, expresar sus propias ideas y pensamientos, sin preocuparse de que tienen que dar una respuesta correcta y, por otro lado, promueven discusiones que estimulan la participación del alumnado (Harlen, 1999). Las preguntas pueden impulsar a que los estudiantes pasen de meras afirmaciones, al desarrollo de la predicción, la experimentación y la explicación, pues les favorecen la generación de una cascada de actividades cognitivas, que les permiten ir construyendo, a través de piezas, su conocimiento o resolviendo conflictos de comprensión (Chin y Brown, 2002).

En la literatura podemos encontrar diferentes categorizaciones sobre los tipos de preguntas que realiza el profesorado en la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Martens (1999) señala que las preguntas productivas realizadas por los docentes pretenden llevar al estudiante hacia adelante en su pensamiento y les permiten proveer un andamiaje para que los estudiantes empiecen a construir su propio aprendizaje. Según esta autora, con seis tipos de preguntas (atención, concentración, medición y conteo, comparación, acción, solución de problemas y razonamiento) se puede conocer el nivel de aprendizaje en que se encuentran sus estudiantes y proporcionar el tipo de apoyo necesario en cualquier momento. Asimismo, Harlen (2013) clasifica las preguntas que pueden hacer los docentes en diferentes categorías. Respecto a la forma: abiertas y cerradas o centradas en la materia o en la persona. Respecto al contenido (la autora recomienda que sean consistentes con el propósito): para descubrir y estimular el desarrollo de ideas, para descubrir y estimular habilidades de indagación, para estimular la colaboración, compartir ideas, la reflexión y la evaluación.

Por otro lado, respecto a las preguntas que realizan los estudiantes, existen diversas clasificaciones, según diferentes autores (Figura 1).

Figura 1. Tipos de preguntas realizadas por estudiantes, categorizadas según diferentes autores

Metodología

En la asignatura de "Las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Infantil" del Grado de Magisterio, en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Zaragoza, se realizó en el curso 2016-2017 un trabajo en equipo (3-4 personas) consistente en el diseño e implementación real de una actividad experimental de indagación de Física-Química, con la posterior redacción de un artículo de Didáctica de las Ciencias Experimentales, donde se debía valorar

objetivamente el aprendizaje realizado por los/as niños/as (Ponz, Carrasquer y Álvarez, 2014a). El profesorado revisó todos los trabajos (28), después de su evaluación, con el fin de analizar, para este estudio, cuáles habían utilizado preguntas en la implementación de la actividad experimental y cuál era su finalidad didáctica.

Por otro lado, al comienzo de la asignatura, con el fin de conocer cuál era la opinión previa de los/as maestros/as en formación sobre la utilidad del uso de preguntas para enseñar ciencias, se realizó un cuestionario *ad hoc* para este estudio, validado con 20 estudiantes, con respuestas de tipo cerrado y abierto (véanse en https://goo.gl/V6upTE), que se usó para saber qué tipos de preguntas conocían y también averiguar si, con anterioridad a este estudio, algún docente les había propuesto aprender algún conocimiento científico a través del planteamiento de una o varias preguntas en una posible investigación. Lo cumplimentaron 75 estudiantes.

Resultados

La mayoría de los estudiantes consultados (76%) indicó que nunca habían realizado en su formación anterior ningún tipo de investigación en las que se les pidiera que hicieran preguntas e intentaran responder a ellas mediante algún estudio o actividad investigadora. De los/as alumnos/as que sí la habían realizado, sólo una pequeña parte (26%) mostró un ejemplo claro de pregunta (todas ellas de tipo no investigable), el resto sólo anotó un tema de trabajo concreto y, en otros casos, uno general y difuso.

El 99% piensa que es importante animar a los estudiantes de Infantil a que hagan preguntas sobre los fenómenos que observan para que aprendan adecuadamente los conocimientos científicos. Sin embargo, un 7% opina que es mejor que las preguntas las hagan los docentes, en lugar del alumnado. El 64% señala que cualquier momento de la jornada lectiva es bueno para generar preguntas en el alumnado, 32% subraya que es mejor hacerlo en asamblea nada más entrar al aula y, el resto, al finalizar la jornada.

Centrándonos en el ejemplo de indagación sobre la escarcha que se le propuso al alumnado de magisterio en el cuestionario, y respecto a las preguntas que creían que podrían hacerles los estudiantes de Infantil en el futuro al observar el hecho científico, la mayoría propuso aquellas cuya finalidad sólo era obtener un dato o concepto, y no propusieron ninguna pregunta de tipo investigable (Tabla 1). En cuanto a la estrategia didáctica que usarían, en caso de no conseguir preguntas en su alumnado, la mayor parte señaló realizar una actividad experimental de indagación o hacer preguntas (28% en ambos casos), el 25% propuso mostrar el fenómeno de diferentes formas (saliendo al patio, a la calle, etc.) y después animar a los estudiantes a hacer preguntas sobre el mismo o hacerlas ellos mismos como docentes, el 7% optó por usar audiovisuales, un cuento o una explicación y, el resto, indicó una estrategia incompleta o mal explicada.

En la Tabla 2 pueden verse ejemplos de preguntas que harían estos estudiantes de magisterio como docentes, en relación al fenómeno escarcha. La mayoría de ellas estuvieron dirigidas al desarrollo de ideas, mientras que muy pocas al desarrollo de habilidades de indagación o a la colaboración y compartición de ideas.

El 14% del alumnado de magisterio no usó ninguna pregunta ni generó ninguna en los/as niños/as en la implementación real de su actividad de indagación. El resto, que sí las utilizó, el 39% usó únicamente las que tenían finalidad de desarrollo de ideas, y un 36% propusieron tanto preguntas del tipo anterior como de desarrollo de habilidades de indagación. Un 11% desarrolló únicamente preguntas del segundo tipo. Nadie presentó preguntas que generaran colaboración o compartición de ideas. Sólo un 11% (3 equipos) generó preguntas en los estudiantes de Infantil, un caso sin tener que ver con la actividad ("¿Por qué lleváis bata blanca? ¿Sois médicos?"), y los otros dos del tipo que indagan por causas explicativas ("¿Por qué no se han mezclado los colores de los últimos dos vasos?" en relación a un experimento de capilaridad; "¿Por qué me hundo

en la piscina? ¿Solo se hunden los objetos que pesan?" en relación a una actividad indagatoria sobre la flotación). No se generó ninguna pregunta de tipo investigable.

Tabla 1. Ejemplos de preguntas que los/as maestros/as en formación de Infantil creen que les harían sus estudiantes tras observar el fenómeno de la escarcha. Sólo se muestran algunos ejemplos tipo que representan preguntas similares. Se categorizan según García y Furman (2014)

Preguntas ejemplo	% alumnado	Categorización de las preguntas
¿Qué es eso? ¿Cómo se ha formado ese hielo? ¿De dónde ha salido ese hielo?	60%	Obtener un dato o concepto
¿Por qué está blanco el patio y las plantas? ¿Por qué hay hielo encima de los coches? ¿Por qué están los coches y el suelo blancos si no ha nevado?	35%	Indagan por causas explicativas
-	0%	Investigables
No escriben preguntas o no tienen que ver con el fenómeno	5%	-

Tabla 2. Ejemplos de preguntas que el profesorado en formación de Educación Infantil haría a sus estudiantes tras observar el fenómeno de la escarcha. Se muestran algunos ejemplos tipo que representan preguntas similares. Se categorizan según Harlen (2013)

Preguntas ejemplo	% docentes	Categorización de las preguntas
¿Cómo se ha formado la escarcha? ¿Por qué hay hielo encima de los coches?	73%	Desarrollo de ideas
¿El hielo creéis que cae del cielo o procede del aire que respiramos? ¿Qué ocurre en la superficie de un recipiente cuando lo sacamos del congelador?	7%	Desarrollo de hab. de indagación
¿Cómo explicarías a tus compañeros/as la formación de la escarcha?	1%	Colaborar y compartir ideas
No escriben preguntas o no tienen que ver con el fenómeno	19%	-

Conclusiones

La mayoría de los maestros/as en formación consultados/as no han tenido experiencias didácticas de investigación basadas en preguntas, lo que dificulta que puedan aplicar esta estrategia metodológica en el aula. Además, si, cuando se les da la oportunidad en su periodo de formación, una buena parte de ellos/as no practica esta estrategia metodológica, a pesar de mostrar gran interés en desarrollarla, es muy probable que no la utilicen cuando sean docentes en activo. Llama la atención que una pequeña parte de ellos no sepa o confunda lo que es pregunta y lo que no. Este dato pensamos que se ha debido a la lectura rápida o incompleta de los enunciados del cuestionario, y no al desconocimiento de la misma.

Al igual que Ferrés-Grut (2017), vistos nuestros resultados, pensamos que, en el futuro próximo, la educación científica en las aulas de Educación Infantil va a continuar, por lo general, dejando de lado la naturaleza de la ciencia (más motivadora para el alumnado), considerando, además, que a estos/as futuros/as docentes les resulta difícil la implementación de experiencias de indagación (Ponz, Carrasquer y Álvarez, 2014).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos EDU2016-76743-P (MINECO) y PIIDUZ_17_146 (Universidad de Zaragoza). El Grupo Beagle de Investigación Aplicada está financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

Referencias bibliográficas

Abrandt, M. y Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, *41*, 263–282. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1004138810465

Amos, S. (2002). Teachers' questions in the science classroom. En: Amos, S., Booham, R. (eds.). *Aspects of teaching secondary science*. London: The Open University.

Brown, S. E. (2002). *Experimentos de Ciencias en Educación Infantil*. Madrid: Ed. Narcea.

Chin, C. y Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education, 24* (5), 521-549. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690110095249

Chin, C. y Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education, 88* (5), 707-727. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.10144

Domènech, J. (2014) Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas. *Alambique, 76*, 17-27.

Ferrés-Grut, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14* (2), 410-426. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19226

García, S. M. y Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber, 5* (10), 75-91. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477247214005

Gillies, R.M., Nicols, K., Burgh, G. y Haynes, M. (2012). The effects of two strategic and meta-cognitive questioning approaches on children's explanatory behaviour, problem-solving, and learning during cooperative, inquiry-based science. *International Journal of Educational Research, 53*, 93-106.

Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education, 6*, 1, 129-144.

Harlen, W. (2004). *Teaching, learning and assessing*. London: Paul Chapman Publishing.

Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias basada en la Indagación: aspectos de la política y de la práctica*. Trieste, Italia: Global Network of Science Academies (IAP) y Science Education Programme (SEP).

Martens, M.L. (1999). Productive questions: tools for supporting constructivist learning. *Science and Children, 53*, 24-27.

Meyer, M. (Ed.). (1988). *Questions and questioning*. Berlin, Germany: Walter de Gruyter & Co.

Montello, L. y Bonnel, W. (2009). The versatile question: Diverse uses of questioning in online and traditional learning. *Teaching and Learning in Nursing, 4*, 71-75. DOI: https://doi.org/10.1016/j.teln.2008.11.003

Ponz, A., Carrasquer, J. y Álvarez, M.V. (2014). Dificultades que encuentran los maestros en formación de Educación Infantil en la redacción de artículos de Didáctica de las Ciencias. *Actas del XIII Congreso Internacional de Formación del Profesorado* (pp. 843-852). 20 al 22 de noviembre 2014. Santander: AUFOP-Universidad de Cantabria.

Roca, M, Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias, 31* (1), 95-114.

Ecuaciones físicas y causalidad. Aspectos didácticos

Vílchez-González, J.M. y Fernández-González, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

jmvilchez@ugr.es

Resumen:

Se presentan los resultados de una investigación centrada en la enseñanza-aprendizaje de la Física, en particular de las ecuaciones físicas. Una ley física se condensa en una ecuación física en la que existen relaciones numéricas (variables), ontológicas (magnitudes) y epistemológicas (causalidad). Para indagar en las concepciones de los futuros profesores de ciencias se han pasado dos encuestas a los estudiantes del Máster de Profesorado. Los resultados muestran que el 70 % solo manifiesta las relaciones numéricas, el 25 % identifica las ontológicas y solo el 5 % observa las epistemológicas. Asimismo, no destacan ningún rasgo de importancia que permita diferenciar las ecuaciones físicas de las matemáticas. Se concluye argumentando la necesidad de analizar las relaciones de causalidad durante la resolución de problemas para dar sentido a los conceptos y sus relaciones.

Palabras clave: aprendizaje y enseñanza de Física; problemas de Física; ecuaciones físicas y matemáticas; magnitudes; causalidad.

Introducción

La resolución de problemas es una de las actividades con mayor presencia en las clases de Física. La asignatura utiliza el lenguaje de las matemáticas como modo de transmisión del conocimiento científico y, en particular, las ecuaciones físicas.

Galileo marcó el comienzo de la Física moderna, que utiliza las matemáticas como una poderosa herramienta. Abandonó la teoría de Aristóteles, que contemplaba las causas últimas de las cosas cuyos aspectos cuantitativos eran secundarios, y en su lugar consideró la cantidad de los cuerpos de manera preferente en el estudio matemático de un movimiento real que se da en la naturaleza (Koyré, 1979).

Desde entonces las leyes de los fenómenos físicos se adaptan a las formas matemáticas de manera consustancial. Una ley de la Física se representa mediante una ecuación matemática que señala una proporcionalidad entre unas variables. De manera más precisa, en lugar de variables se debe hablar de magnitudes, que se relacionan con la realidad y, por tanto, se denomina ecuación física (las 'fórmulas') (Wikipedia, 2018).

En nuestros tiempos el modo de aprender Física es un conflicto educativo. Las actividades en clase suelen ser problemas numéricos en los que se sigue una mecánica operativa hasta llegar a un resultado. Se resuelven, pues, en base a la memorización de las fórmulas y se cree que con esto es suficiente. Esta práctica se consolida y se confunde una ecuación física con una ecuación matemática. Así pues, el procedimiento utilizado para aprender Física no considera incluir lo conceptual, lo que es poco recomendado. Por el contrario, investigadores de Didáctica de las

Ciencias señalan como adecuado el aprendizaje de la Física tanto a nivel conceptual como procedimental (Perales, 2000) prestando atención a una representación cualitativa del problema (Carcavilla y Escudero, 2004).

Nuestra investigación se centra en la enseñanza y aprendizaje de la Física, en particular en las ecuaciones físicas (es decir, las 'fórmulas'), temática frecuente de la investigación didáctica. En nuestro caso vamos a profundizar en este tema con base a la estructura de las ecuaciones. Nuestra concepción es que una ley física se condensa en una ecuación física, que contiene magnitudes y proporcionalidades. En las ecuaciones se relacionan variables, o de tipo matemático (abstracto) o de tipo físico (magnitudes). Así, una ecuación física tiene dos elementos: 1) una expresión matemática (operación) y 2) magnitudes con propiedades de la realidad. Por ejemplo, la ley de Ohm se expresa mediante la ecuación I = V/R, en la que intervienen tres magnitudes (I, V, R) proporcionales dos a dos.

Por otra parte, vamos a estudiar igualmente un núcleo del tema poco investigado, que es la causalidad. Se trata de una cuestión relacionada con las implicaciones ontológicas del conocimiento científico que ha de formar parte del conocimiento profesional y epistemológico del profesorado de ciencias (Porlán, Rivero y Martín, 1998).

Para ello nos proponemos como objetivo indagar en las ideas que sobre estas cuestiones sostienen los estudiantes al comenzar el Máster de Profesorado, ya que luego, como profesores, serán las concepciones que transmitan a sus alumnos. Una vez identificadas las dificultades se podrá atender al conocimiento didáctico del contenido (Acevedo, 2009) a fin de superar las deficiencias y mejorar los conocimientos, y de este modo participar en la mejora del diseño de su enseñanza hacia aprendizajes más significativos de sus futuros alumnos (Loughran, Mulhall y Berry, 2008).

Método y encuestas

Nuestra investigación se lleva a cabo con estudiantes de Máster, para ver qué significado poseen sobre las ecuaciones físicas. En ella participaron 46 estudiantes del Máster de Profesorado de la Universidad de Granada, especialidad Física y Química, durante el curso 2014/2015. Se propusieron dos encuestas.

En la primera de ellas se propone una cuestión conceptual de cuatro enunciados (a, b, c, d) sobre la ley de Ohm (Cuadro 1). En cada enunciado se debe identificar si se considera verdadero (V) o falso (F). El cuarto enunciado (d) valora el conjunto de los tres anteriores (a, b, c) a fin de corroborarlos. Se realiza de modo individual y se deja un tiempo de 10 minutos.

Cuadro 1. Primera actividad, de razonamiento

Si se mantiene una de las magnitudes constante, de la ley de Ohm se deduce que:

a) La diferencia de potencial entre los extremos del conductor se duplica cuando la intensidad de la corriente se duplica.

b) La resistencia de un conductor se hace doble cuando la diferencia de potencial entre sus extremos se duplica.

c) La intensidad de la corriente se hace doble cuando la diferencia de potencial entre los extremos del conductor se duplica.

d) Las tres anteriores son verdaderas.

Señalar en cada enunciado si es verdadero (V) o falso (F).

(Nota. Para facilitar/recordar se apuntó la ecuación de la ley de Ohm en la pizarra).

A continuación se plantea otra cuestión, de respuesta abierta, en la que deben indicar las diferencias y semejanzas entre las fórmulas físicas y matemáticas (Cuadro 2). Se establecen para ello 11 grupos de 4-5 componentes (con físicos y químicos). Se dejan 30 minutos de discusión, tras los cuales responden por escrito.

Cuadro 2. Segunda actividad, de conocimiento

Comparar una ecuación en matemáticas y una ecuación en física. Señalar: a) Semejanzas. b) Diferencias.

Resultados

De la primera cuestión se recogen las respuestas individuales sobre la ley de Ohm. Fueron las siguientes:

- El 70% eligió el enunciado d como verdadero, lo cual es falso.
- El 25% reconocieron falso b (y en consecuencia también d), señalando como verdaderos a y c (lo que también es falso, por serlo a).
- El 5% identificó como el único enunciado verdadero c, lo cual es la respuesta correcta.

De la segunda cuestión, respecto a las ecuaciones física y matemática, se recogieron las respuestas de los grupos de los estudiantes. Cada grupo escribió las semejanzas y diferencias manifestando las cualidades más esenciales y frecuentes. De las respuestas surgieron las siguientes ideas:

- Semejanzas entre ambas ecuaciones:
  - Las ecuaciones son iguales.
  - Utilizan un lenguaje simbólico.
  - Contienen variables y establecen relaciones entre ellas.
  - Se pueden resolver para obtener resultados.
- Diferencias entre cada tipo de ecuación:
  - Una ecuación física tiene sentido en la realidad, mientras una ecuación matemática es abstracta.
  - La ecuación física contiene magnitudes con unidades.
  - Una ecuación física es una particularidad de ecuación matemática.
  - Las Matemáticas son herramientas para la Física.

Es cierto que los resultados podrían haber aportado más datos, pues se han realizado solo dos encuestas y con escaso número de participantes (46). No obstante, se perfila de manera clara la tendencia de las concepciones sobre la ecuación física.

Discusión

Sobre la cuestión de Ohm.

El 70% de los estudiantes marcaron el enunciado d verdadero, respuesta que se sostenía exclusivamente en base a las matemáticas. Para ellos la ecuación física se reduce a una ecuación

matemática, ya que olvidan los significados de las magnitudes. Con esto se reafirma la ecuación matemática, mientras que no se tienen en cuenta las cualidades del fenómeno físico.

En cuanto al enunciado b, un 25% de estudiantes dieron la respuesta correcta, por lo cual reconocen propiedades de la Física como la invariancia de la resistencia, pues no puede intervenir en ninguna proporción. En este caso se atenúa la Matemática y se refuerza la Física, pues se recogen algunos detalles de la realidad.

Las respuestas al enunciado c como único correcto (5%) señalan una magnitud como la causa de un fenómeno. Aquí, los estudiantes conocen bien la Física y las Matemáticas. Así, en la ley de Ohm se muestra una relación causal: que la magnitud 'diferencia de potencial' causa la 'corriente'. Por tanto, las dos magnitudes son proporcionales en un solo sentido. Por ello es correcto c, cuando V→I, pero es incorrecto a, pues lo es I→V.

Se debe indicar que en el resto, el 95% de los casos, se ignora la relación causal presente en la ecuación física, posiblemente por no haber sido trabajada ni explicada anteriormente en su contexto educativo.

Sobre las fórmulas física y matemática.

En relación a las "Semejanzas", los grupos dan respuestas parecidas acerca de ecuación física y ecuación matemática. Se recalca la igualdad entre ambas ecuaciones, ya que expresan la misma idea de modos distintos. Al mismo tiempo subrayan también la importancia de su utilización operativa.

En cuanto a las "Diferencias", los grupos señalan diferencias entre la ecuación física y la ecuación matemática, pero ningún rasgo de importancia. Como más significativo, escriben que la ecuación física contiene conceptos de la realidad, mientras que la ecuación matemática es abstracta. No obstante, afirman que las Matemáticas son herramientas para la Física y, concretamente, que las Matemáticas contribuyen a la resolución de situaciones de la Física.

En resumen, las afirmaciones sobrevaloran la ecuación matemática sobre la ecuación física y especialmente se refuerza el papel fundamental de las "fórmulas" para resolver problemas. Todo ello apunta, por una parte, a que utilizan ambas para resolver problemas y, por otra, señala que la ecuación matemática sirve, en realidad, para resolver los problemas físicos. Esto concuerda con las respuestas a la cuestión de la ley de Ohm, que la mayor de los estudiantes (70%) razona exclusivamente con base en la ecuación matemática.

Conclusiones

Los datos recogidos de los estudiantes del Máster de Profesorado señalan que la mayoría viene de su formación anterior con el criterio de aplicar las ecuaciones matemáticas e ignoran los significados de las magnitudes físicas. Otros estudiantes tienen en cuenta los significados de los conceptos físicos, relacionándolos con la realidad, pues identifican algunas propiedades físicas como la invariancia de la resistencia. Y muy pocos identifican la diferencia de potencial como causa de la intensidad de corriente. Estas relaciones causales entre dos magnitudes, causa (V) y efecto (I), son ignoradas por la mayoría. Deberían ocupar un lugar muy importante en las actividades de aprendizaje.

Reflexión final

Una ley física presenta elementos de tres tipos diferentes: relaciones numéricas (variables), relaciones ontológicas (magnitudes), y relaciones epistemológicas (causalidad). De este modo, la mayoría solo ven presentes relaciones numéricas, lo que es grave; un grupo más reducido tiene en cuenta la realidad y añade otras relaciones ontológicas; y una minoría incluye relaciones cau-

sales entre las magnitudes, que expresa la concepción total de la ecuación física. Estas relaciones epistemológicas deben hacerse explícitas durante la resolución de problemas para dar sentido a los conceptos y sus relaciones (Johsua y Dupin, 1992).

La fase inicial del máster se organiza hacia la formación de futuros profesores. Es necesario cuidar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) utilizando una metodología más efectiva, incluidas las orientaciones sobre la enseñanza de la Física. Conocidas las deficiencias de los estudiantes habría que añadir, por una parte, directrices de base lógica y, por otra, rebajar el operativismo. Para ello se podrían simultanear ejercicios conceptuales junto con problemas numéricos, propiciando un mejor aprendizaje de los estudiantes.

En una última fase, ya concluido el máster, los profesores han terminado su formación para ejercer su profesión en el aula. Es importante, en este momento, que se haya logrado una buena comprensión de la Física y sean conscientes de que hay que evitar las actividades habituales basadas únicamente en problemas numéricos y ejercicios memorísticos.

Los alumnos de Secundaria tienen las mismas concepciones, muy usuales e incorrectas. La situación, que continúa siendo preocupante para la enseñanza de la Física, se consolida con tareas excesivas de resolución de problemas numéricos con las que se termina creyendo que para aprender Física basta con aprender fórmulas.

La proliferación de fórmulas en las clases de Física oculta los significados. Por ello la enseñanza debe reducirse a las fórmulas esenciales, discutiéndolas e interpretándolas para evidenciar el significado que encierran. De este modo se podrían resaltar las relaciones de causalidad entre magnitudes y trabajarlas en las aulas. Se trata de una cuestión de máxima importancia didáctica para el aprendizaje de la Física.

Agradecimientos

Al grupo de investigación HUM-613, Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad, en el seno del cual se realiza la investigación.

Referencias bibliográficas

Acevedo Díaz, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(1), 21-46.*

Carcavilla Castro, A. y Escudero Escorza, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física «bien estructurados»: aspectos identificativos y aspectos formales. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 213-228

Johsua, S. y Dupin, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: Presses Universitaires de France.

Koyré, A. (1979). *Estudios Galileanos*. Siglo XXI: Madrid.

Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2008). Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301-1320.

Perales, F.J. (2000). R*esolución de problemas*. Madrid: Síntesis, S. A.

Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones*. Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

Wikipedia (22 febrero de 2018). Fórmula (expresión). Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Fórmula_(expresión).

Didáctica de la química mediante un enfoque de clase invertida: valoración de los futuros maestros de Educación Primaria

Juan Peña Martínez y Alberto Muñoz Muñoz

Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas.
Universidad Complutense de Madrid.

juan.pena@quim.ucm.es

Resumen:

En el presente trabajo se estudian las percepciones de un grupo de estudiantes de Grado en Maestro en Educación Primaria, sobre su instrucción en fundamentos y didáctica de química siguiendo un modelo de clase invertida. Según éstos, las actividades que se han llevado a cabo han sido adecuadas a los objetivos de la asignatura, han promovido una alta implicación e intervención en el desarrollo de las mismas, creando un ambiente de cooperación elevado. Para ellos, las actividades propuestas han sido productivas, e incluso innovadoras. A partir de una relación de adjetivos en forma de diferencial semántico, que se proporcionaba en un cuestionario, utilizado para recoger la valoración de los alumnos, se refleja un nivel de satisfacción elevado y un estado emocional positivo, aunque algunos de los estudiantes se han podido sentir algo confundidos con la nueva metodología.

Palabras clave: Clase invertida; competencia emocional; formación inicial de maestros

Introducción

El moderno modelo de clase invertida en consonancia con la clásica taxonomía de Bloom (1956), persigue que las actividades de mayor exigencia cognitiva, como análisis y resolución de problemas y ejercicios, se realicen en el aula, facilitando así las orientaciones y la respuesta inmediata del docente (Bergmann y Sams, 2009). Por tanto, la revisión de los fundamentos teóricos necesarios para desarrollar con mayor "éxito" las actividades presenciales en el centro, se realizaría por parte de los estudiantes, a su ritmo en "casa". Para ello es necesario diseñar y preparar un material que puede incluir presentaciones multimedia, animaciones, cuestionarios de autoayuda, videos (accesibles en internet), etc. Aunque la preparación de este material puede suponer a priori una mayor dedicación por parte del profesorado (Ruiz et al., 2014), los resultados descritos en la literatura de experiencias similares de clase invertida de ciencias en la formación inicial de maestros reflejan una mejora significativa, en términos de adquisición de competencias (González et al., 2017).

Ahora bien, con independencia de la estrategia o enfoque utilizado, actualmente se incide en la importancia de los aspectos emocionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Mellado et al., 2014). Concretamente, se sugiere indagar sobre las emociones de los estudiantes, pues dependiendo si éstas son positivas o negativas, se puede favorecer o limitar su capacidad de aprendizaje (Costillo et al., 2013). En este sentido, en el presente trabajo se ha pretendido conocer la percepción que tienen un grupo de estudiantes de Grado en Maestro en

Educación Primaria de la Universidad Complutense de Madrid, sobre el desarrollo de una serie de unidades didácticas de química siguiendo un modelo de clase invertida.

Aparte de indagar sobre la valoración de los estudiantes sobre aspectos más formales –contenidos y procedimientos–, también se ha perseguido averiguar cuáles han sido las emociones vividas por los alumnos en el transcurso de las diferentes sesiones de trabajo.

Desarrollo de la experiencia

Caracterización de la muestra y modelo de clase invertida

La muestra de estudiantes, objeto del presente trabajo, está compuesta por un total de 122 estudiantes de la asignatura de Fundamentos y Didáctica de la Química y la Geología (Grado de Maestro en Educación Primaria) en el curso académico 2015/16. El promedio de edad es de 23 años y aproximadamente el 75% son de género femenino. En cuanto a su formación preuniversitaria, alrededor del 77% provienen de itinerarios distintos a los científico-tecnológicos.

La instrucción de la parte de Química con estos estudiantes, se llevó a cabo mediante un enfoque de clase invertida. En este sentido, el tiempo de clase se dedicó a la realización de actividades de grupo, incluyendo experiencias de laboratorio, fomentado en todo momento el debate y la reflexión crítica. Es decir, promoviendo las interacciones alumno-alumno y alumno-profesor.

Elaboración del material para los estudiantes

Aplicar un modelo de clase invertida implica que los estudiantes deben realizar un trabajo previo, relacionado con los fundamentos teóricos correspondientes con los contenidos curriculares que se quieren trabajar. Este trabajo individual se suele llevar a cabo en casa, y con antelación a las actividades de grupo que se desarrollan presencialmente en el aula y/o laboratorio. Para el trabajo previo, el docente debe seleccionar un material adecuado para que el alumno se adapte a su propio ritmo de aprendizaje. En nuestro caso, el material que se ha seleccionado y/o preparado, para las unidades didácticas de química, ha consistido en una serie de presentaciones en Powerpoint junto sus correspondientes cuestionarios de autoevaluación, un laboratorio virtual de química con su correspondiente manual de instrucción y guión de prácticas (Peña et al., 2016), un simulador interactivo sobre la materia, animaciones sobre disoluciones y propiedades coligativas, y prácticas virtuales sobre estequiometría y ajuste de reacciones (Peña et al., 2015).

Todo el material estaba disponible en el campus virtual de la asignatura asegurando así que los estudiantes pudieran acceder fácilmente a él y consultarlo tantas veces como fuese necesario.

Encuesta a los estudiantes

Transcurridas todas las sesiones dedicadas a la parte de Química, y una vez finalizada la evaluación, los estudiantes completaron un cuestionario dividido en varios bloques donde podían opinar sobre las metas y objetivos de la asignatura (parte de Química), el papel del profesor, los contenidos de las unidades didácticas, y la metodología empleada. La valoración de los distintos ítems relativos a cada bloque en función de una escala tipo Likert podía ser Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta.

Asimismo, el cuestionario añadía una última parte, donde se facilitaba una serie de adjetivos en forma de diferencial semántico (Mayor, 1996) al objeto de extraer más información relativa al estado emocional generado por la experiencia.

Resultados

Utilización del material didáctico

En la figura 1 se observa como el mayor número de visitas a los recursos y material disponible en el campus virtual se corresponde con los ejercicios de autoevaluación, que por otro lado eran tenidos en cuenta en la calificación final de la asignatura. Le sigue en importancia las presentaciones de PowerPoint sobre los correspondientes fundamentos teóricos, donde también se incluían enlaces a páginas web y diferentes videos. Destacan, por su bajo ratio de visitas, el documento con la webgrafía recomendada para la asignatura y las normas del laboratorio.

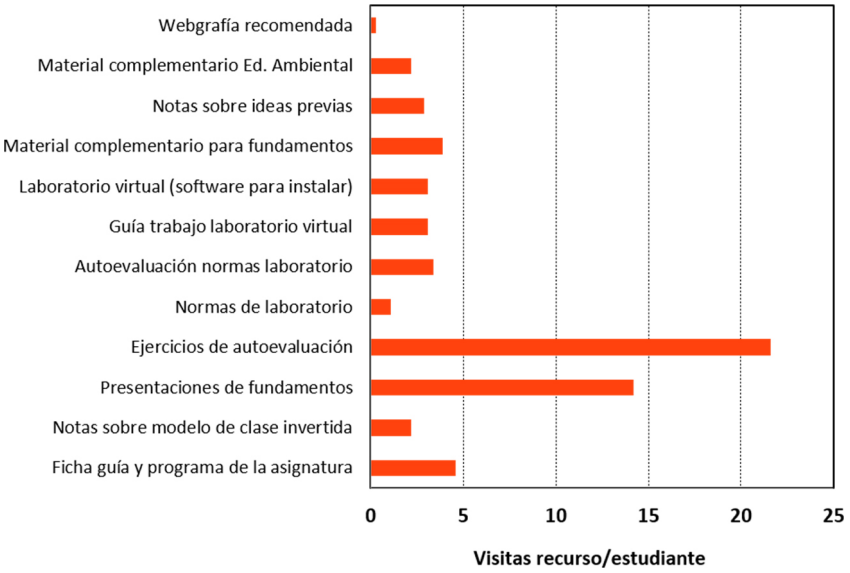


Figura 1. Ratio del total de visitas de cada recurso por estudiante

Valoración de los estudiantes

Sobre las metas y objetivos de la asignatura (parte de Química), los estudiantes estiman que la relevancia del trabajo desarrollado en las diferentes unidades didácticas para su futura posición docente en Educación Primaria es alta, y que los objetivos establecidos eran claros y estaban bien estructurados. La valoración del profesor, en cuanto a su claridad en las instrucciones para realizar las actividades y ejercicios, dominio del contenido, capacidad para motivar, propiciar la reflexión y fomentar el trabajo en grupo es buena. La calidad de los contenidos que se han abordado en las unidades didácticas en función de su claridad, posibilidad de la aplicación práctica, concreción y estructuración también es valorada positivamente. Respecto a la metodología empleada, enfoque de clase invertida, los alumnos consideran que ha sido más importante la realización de actividades en el centro que fuera de él, que la práctica y retroinformación ha sido también un parte muy importante en la metodología, al igual que el uso de recursos digitales tanto propios como del centro. Además, las actividades implementadas les han parecido adecuadas a los objetivos de la asignatura y que la disponibilidad de los medios materiales para desarrollar estas actividades ha sido alta.

La implicación e intervención de los estudiantes en el desarrollo de las unidades didácticas es valorada como alta, con un ambiente de cooperación muy alto y con una percepción de que las actividades propuestas han sido productivas. Es más, estiman que se han llevado a cabo actividades nuevas e innovadoras.

Emociones y valoración global

En función de la lista de adjetivos en forma de diferencial semántico, la valoración global del trabajo llevado a cabo mediante el enfoque de clase invertida es positivo. Los estudiantes lo encuentran útil, bueno, válido, importante, relevante e informativo. No obstante, los estudiantes han encontrado dificultades en el desarrollo de las unidades didácticas aplicando la nueva metodología y no llegan a percibir el tiempo dedicado ni de una manera prolongada ni reducida (figura 2).

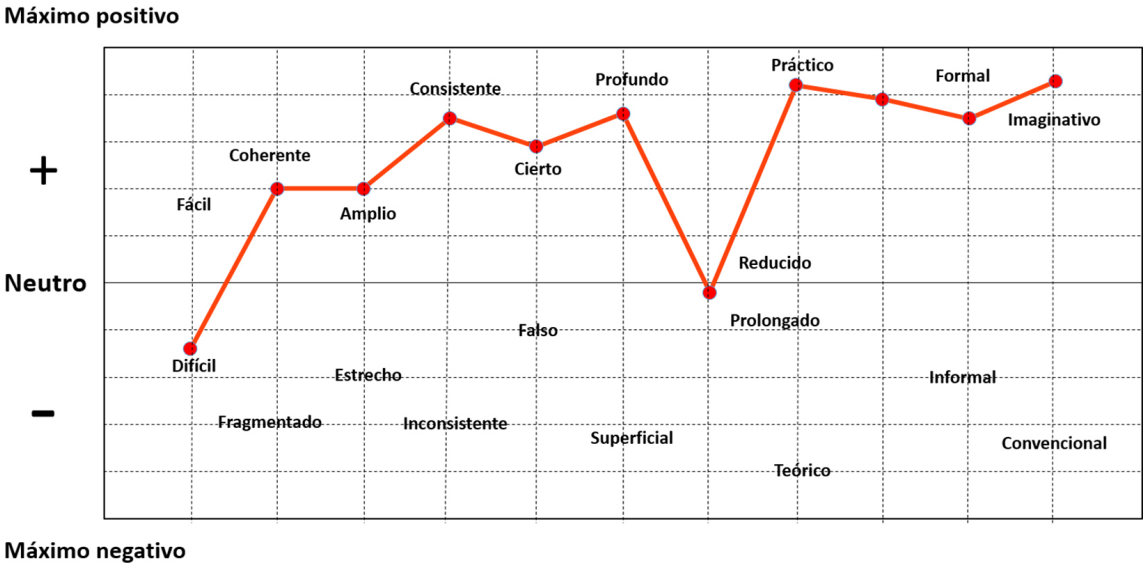


Figura 2. Perfil valorativo de los estudiantes en base a un diferencial semántico

En cuanto a los aspectos emocionales que subyacen en el transcurso de las unidades didácticas (ver figura 3) destaca que aunque los estudiantes han podido sentir cierta confusión, el nivel de satisfacción es elevado, se ha disfrutado de la experiencia y claramente se dibuja en el horizonte una perspectiva optimista. La visión general es que priman las emociones positivas, lo que está de acuerdo con recientes trabajos de investigación al respecto (Jeong, 2016), donde sobresalían adjetivos como “divertido” y “entusiasta”.

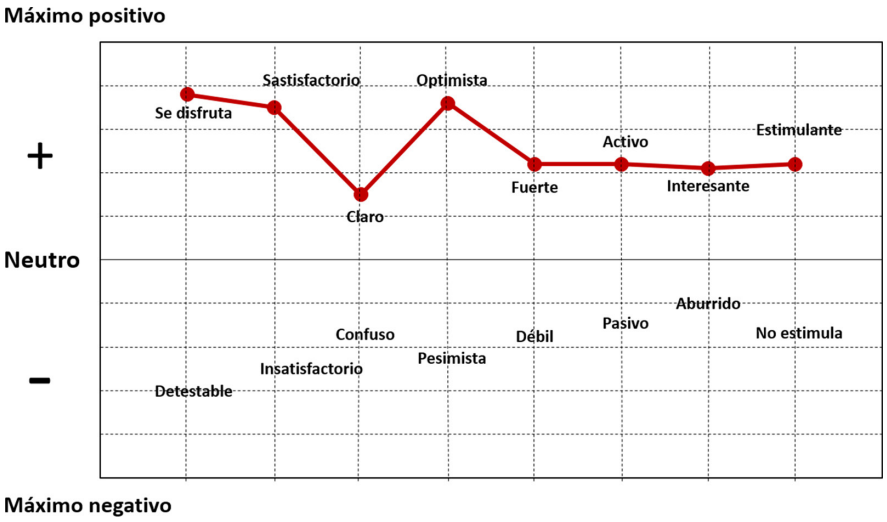


Figura 3. Perfil de emociones de los estudiantes en base a un diferencial semántico

Conclusiones y consideraciones finales

Los resultados encontrados sobre el impacto del enfoque de clase invertida desde un punto de vista cognitivo y emocional están de acuerdo con los resultados descritos por Jeong y colaboradores (2016), incluyendo la relativa confusión que se ha podido crear en la aplicación de la metodología de clase invertida (Baepler, 2004). Aparentemente, este desconcierto inicial se recompensa con mejores resultados en las evaluaciones. Sin embargo, este desconcierto también puede dar a lugar a que el estudiante no perciba un beneficio con el nuevo enfoque y sea reacio a cambiar su "rutina" de trabajo (Pienta, 2016). De hecho, las expectativas de utilización y empleo de los recursos disponibles como trabajo previo a las sesiones presenciales no se han cumplido. Los estudiantes prácticamente no han utilizado el material complementario, que era especialmente indicado para trabajar transversalmente aspectos relaciones con la educación ambiental y aumento de su competencia digital. Sin embargo, a tenor de los resultados de la encuesta, en nuestro caso, los estudiantes han valorado positivamente la experiencia, aflorando sentimientos positivos que son básicos para favorecer el proceso de aprendizaje.

Bibliografía

Baepler, P., Walker, J. D., and Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. Computers & Education, 78, 227-236.

Bergmann, J., y Sams, A. (2009). Remixing chemistry class: Two Colorado teachers make vodcasts of their lectures to free up class time for hands-on activities. *Learning & Leading With Technology, 36*(4), 22-27.

Bloom, B.S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives. Vol. 1: Cognitive Domain. New York: McKay.

Costillo Borrego, E., Borrachero Cortés, A.B., Brígido Mero, M., y Mellado Jiménez, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 10* (Núm. Extraordinario), 514-532.

González Gómez, D., Jeong, J.S., Cañada Cañada, F., y Gallego Picó, A. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo "Flipped": Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias, 35*(2), 71-87.

Jeong J.S., González-Gómez D., Cañada-Cañada, F. (2016). Students' Perceptions and Emotions Toward Learning in a Flipped General Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology, 25* (5), 747-758.

Mayor Ruiz, C. (1996). La evaluación de un programa de formación para profesores principiantes universitarios. Revista Complutense de Educación, 7, 171-200.

Peña Martínez, J., Muñoz Muñoz, A., y Martin Puig, P. (2015). *Laboratorio de Ciencias en Campus Virtual: elaboración de recursos didácticos on-line para apoyo, complemento y extensión del trabajo experimental de laboratorio en el Grado de Maestro en Educación Primaria. Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente*, UCM. Disponible en: http://eprints.ucm.es/28085/

Peña Martínez, J., Muñoz Muñoz, A., Rosales Conrado, N., Díaz Perea, M.R., García García, E., Arillo Aranda, M.A. y Martin Puig, P. (2016). *Laboratorio virtual de Química para los futuros maestros de Educación Primaria. Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente*, UCM. Disponible en: http://eprints.ucm.es/35228/

Pienta, N.J. (2016). A "Flipped Classroom" Reality Check. Journal of Chemical Education, 93, 1-2.

Ruíz, J., Sánchez, J., y Sánchez, E. (2014). Flipped Classroom: una experiencia de enseñanza abierta y flexible. El hoy y el mañana junto a las TIC. *XVII Congreso Internacional Edutec,* Córdoba, España.

El profesorado de Secundaria frente a las ilustraciones de genética: conocimiento didáctico del contenido

Isabel Zudaire, Raquel Espuelas, Irantzu Uriz, María Napal

Departamento Ciencias. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad Pública de Navarra

maria.napal@unavarra.es

Resumen

La genética es uno de los temas que más dificultades de comprensión suscita entre el alumnado de Educación Secundaria, en conceptos tan básicos como la estructura y la localización de genes y cromosomas, y sus relaciones mutuas. Estas dificultades pueden deberse, en parte, a las imágenes contenidas en ciertos textos, que pueden inducir a los alumnos al error, inadvertidamente. El profesor tiene un papel crucial, a la hora de seleccionar los materiales más adecuados, o de guiar al alumnado en la correcta interpretación de los materiales disponibles. Este trabajo pretende medir el conocimiento didáctico del contenido de docentes de Secundaria, en formación y en activo, sobre conceptos fundamentales de genética, indagando sobre su capacidad para detectar errores en una colección de imágenes.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del contenido; Educación Secundaria; Genética; Ilustraciones de genética; Libros de texto.

Introducción

Para el alumnado de Secundaria, la genética es uno de los apartados más difícil de entender (Iñiguez y Puigcerver, 2013). Una de las razones puede estar en el modo de enseñanza tradicional, que dificulta el verdadero aprendizaje (Iñiguez y Puigcerver, 2013). Los conceptos relacionados con la herencia genética son muy abstractos; aluden a procesos y moléculas que no podemos ver y esto es un gran obstáculo para su comprensión (Williams, Montgomery y Manokore, 2012). La mayoría de estos conceptos se basan en construcciones teóricas que pertenecen a sistemas conceptuales abstractos que la comunidad científica ha construido para tratar de comprender su función dentro del ser vivo (Díez de Tacredi y Caballero, 2005). Además, suelen presentarse descontextualizados, y no como explicación a hechos cotidianos y cercanos al alumnado.

Entre los estudiantes se detecta una gran confusión en el conocimiento del contenido del ADN, los cromosomas y los genes (Iñiguez y Puigcerver, 2013), conceptos claves en genética que resultan fundamentales para entender otros conocimientos actuales como la biotecnología y la clonación, entre otros (Díez de Tacredi y Caballero, 2005). Por otro lado, el concepto de gen entraña una dificultad histórica: su definición ha ido evolucionando a lo largo de los años de la mano de nuevos descubrimientos, desde los factores de Mendel a la unidad funcional de la biología molecular. En la actualidad incluso los expertos discrepan en la definición de este concepto fundamental (Díez de Tacredi y Caballero, 2005).

A la dificultad que entraña la comprensión de la estructura y localización del ADN y los cromosomas, y sus relaciones mutuas, se une el obstáculo del lenguaje. Los alumnos confunden los

cromosomas homólogos con las cromátidas hermanas, los genes con los alelos, homocigótico y heterocigótico y algunos no son capaces de explicar la relación entre ellos (Iñiguez y Puigcerver, 2013). Ello lleva al alumnado a no entender y, por tanto, no saber resolver problemas de genética cuya comprensión radica en entender los conceptos de alelo, homocigoto, heterocigoto, etc. y el proceso de meiosis, que los alumnos relacionan rara vez con la resolución de estos problemas.

Este conjunto de concepciones suponen un verdadero complejo de ideas alternativas: esquemas explicativos, elaborados a partir de la propia experiencia, con cierta coherencia interna, y que resultan funcionales para explicar fenómenos, aunque resulten incoherentes con el conocimiento científico, y notablemente resistentes al cambio. Estas ideas pueden surgir espontáneamente, al intentar dar sentido a la experiencia cotidiana (Carrascosa Alís, 2005), pero son con gran frecuencia inducidas por el entorno social, el uso confuso del lenguaje técnico o la enseñanza.

Algunas de estas ideas inducidas por la enseñanza derivan de los libros de texto, que en ocasiones dan información confusa, fragmentada o en un orden no adecuado. Fuente privilegiada de error son las ilustraciones: si están bien elegidas, las ilustraciones tienen un efecto positivo sobre el aprendizaje, pues ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas. Si, en cambio, contienen numerosos elementos distractores, se incrementa el riesgo de interpretaciones erróneas (Perales y Jiménez, 2002).

Otra de las fuentes de creación de ideas alternativas es, en ocasiones, el propio docente, cuando hace uso inespecífico del lenguaje o transmite en sus explicaciones sus propias ideas alternativas. De hecho, estas concepciones, que se estudian principalmente en el alumnado, están presentes también en el profesorado (García Baquero, Nieda Oterino y Aguirre de Carcer, 1985).

Los profesionales de la enseñanza deben dominar dos tipos de conocimiento: 1) el conocimiento del contenido de la asignatura y 2) el conocimiento pedagógica general. A partir de ellos, deben desarrollar el denominado conocimiento didáctico del contenido (CDC), que se refiere a las formas específicas de enseñar una asignatura particular (Guess - Newsome en Díaz Acevedo, 2009). El CDC incluye así las formas de representar y formular el contenido para hacerlo accesible al aprendiz, y comprende, entre otros factores, las estrategias de enseñanza (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999 en Díaz Acevedo, 2009). En cada actividad docente, hay que adecuar el objeto del saber al objeto de la enseñanza, en lo que Chevallard denominó transposición didáctica (Paruelo, 2003), adaptando el lenguaje, el tipo de herramientas conceptuales, la complejidad de los ejemplos... para acercarlo a las capacidades actuales del alumno y posibilitar el aprendizaje. Esto incluye no sólo la planificación de actividades, sino también la selección de recursos mediadores adecuados, entre ellos textos e ilustraciones didácticas. La selección de imágenes es particularmente difícil, puesto que existe un divorcio evidente entre los códigos visuales de los alumnos y los de los profesores, del cual estos últimos no suelen ser conscientes.

Partiendo de todo lo dicho anteriormente, el objetivo de este trabajo es investigar la capacidad del profesorado de Educación Secundaria, en formación y en activo, para identificar las características deseables y los errores contenidos en ilustraciones didácticas sobre conceptos básicos de genética.

Metodología

Se pasó un cuestionario de 7 preguntas sobre evaluación de imágenes, conocimientos básicos sobre regulación de la expresión genética, y actitudes (disposición y preparación) para impartir conocimientos actualizados de genética. En esta comunicación se analiza la pregunta 1, referente al análisis de ilustraciones. En esta pregunta abierta se preguntaba a los y las docentes

su opinión sobre los posibles errores contenidos en 3 imágenes, tomadas de libros de texto o recursos didácticos. (El origen de cada imagen se especifica junto a cada una de ellas).

El cuestionario fue respondido, en una primera fase de pilotaje, por un total de 16 docentes en formación inicial y en ejercicio: 7 alumnos de la especialidad de Biología y Geología del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad Pública de Navarra, y 9 docentes en activo con diferentes años de experiencia. Las 16 personas proceden de carreras relacionadas con la Biología. Dado que los resultados son homogéneos entre las dos muestras, se ofrecen en conjunto. Las respuestas, de formato abierto, fueron codificadas y posteriormente categorizadas como pertenecientes a 3 dominios; es decir, razones que aludían a:

1) la ilustración (características de la representación simbólica): el color y la uniformidad no son reales sino parte de la representación.
2) la didáctica (adecuación al nivel educativo): necesidad de contextualizar con el nivel de conocimientos que el alumno tenga, de indicar en las imágenes los nombres de las estructuras, etc.
3) la genética (estructura del ADN). Se especifican para cada imagen.

   Las imágenes fueron codificadas simultáneamente por las tres investigadoras, según las categorías fijadas por consenso.

Esta comunicación ofrecerá a investigadores y profesores la oportunidad de testar sus propias opiniones, con una colección de imágenes similar a las del estudio piloto que aquí se describe. Al responder a la cuestión, utilizando un dispositivo móvil, serán "recompensados" con la justificación correcta, y a su vez servirá para obtener datos sobre el conocimiento didáctico del contenido, en lo relativo a la selección de imágenes, de la muestra de investigadores y docentes que asisten a los 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Resultados

La razón para incluir la Figura 1 (Cromosomas metafásicos) es que esta imagen refuerza la idea que el alumnado tiene de que los cromosomas sólo existen en su forma metafásica (máxima condensación) con dos cromátidas hermanas (tras la duplicación del ADN en la fase S del ciclo celular). Al presentarse una sola copia de cada cromosoma, puede inducir a error entre cromátida hermana y cromosoma homólogo.

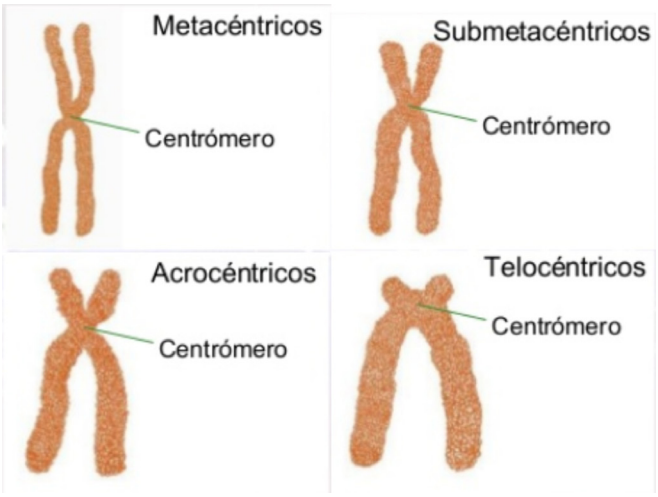


Figura 1: Cromosomas metafásicos
(Libro de texto: Santillana. Biología y Geología 4º ESO)

Los 9 docentes que respondieron esta cuestión aludieron tanto a razones de la representación simbólica (3) como didácticas (3) y genéticas (3) (Figura 4).

La razón "genética" esgrimida por todos ellos es que "*son cromosomas metafásicos, pero en interfase también hay cromosomas*"[1]

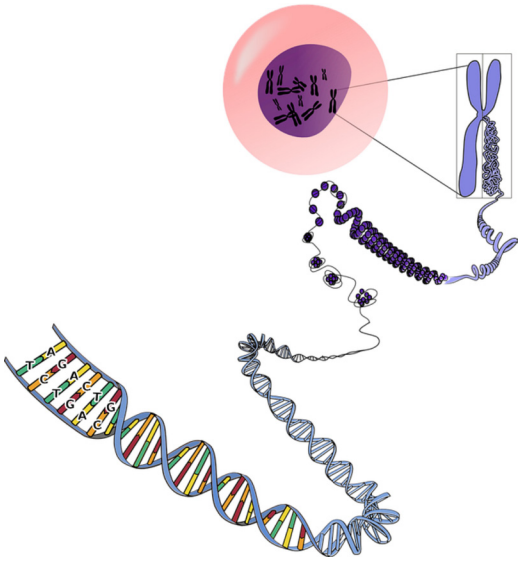


Figura 2: Del ADN al cariotipo
(Wikipedia: Cromosoma)

La razón para incluir la imagen 2 (del ADN al cariotipo) es que esta imagen sólo contempla el ADN nuclear, pero olvida por ejemplo el ADN mitocondrial. Está bien en el sentido de que muestra los cromosomas como resultado de la condensación de la doble hebra de ADN, relacionando así ambas estructuras, e indicando el papel de las histonas en el enrollamiento. No es correcto que cuando se alcanza el máximo grado de empaquetamiento en forma de cromosomas metafásicos éstos se encuentren en el núcleo: en esta fase de la división celular la membrana nuclear ha desaparecido. No hay tampoco ninguna indicación de que la cromatina (descondensada) y el cromosoma (condensado) no coexisten en el tiempo, sino que suponen diferentes fases del ciclo celular.

De las 6 respuestas emitidas, sólo 1 docente aludió a razones referentes a la ilustración o la didáctica, y 4 a que "en metafase el núcleo celular ha desaparecido" (dominio genético) (Figura 4).

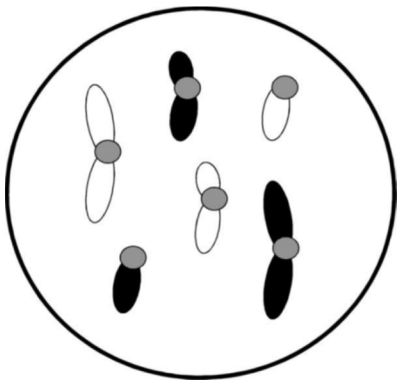


Figura 3. Una cromátida

1 Las respuestas del profesorado se reflejan literalmente, sean o no sean correctas

La razón para incluir esta imagen 3 (Una cromátida) es que el centrómero se representa como una estructura aparte al resto del cromosoma (e incluso se pinta de otro color), cuando realmente es una constricción. Sería necesario indicar las partes de las estructuras para que se entienda que se representan parejas de cromosomas homólogos de distintos tipos (metacéntricos, acrocéntricos…) con una sola cromátida. Puede resultar confuso que se muestre una única cromátida condensada, porque en metafase ya se ha producido la duplicación del ADN.

Hasta un total de 11 docentes dejaron la pregunta sin responder, o indicaron únicamente que no se entendía, ni se identificaban bien las estructuras (interpretado como dominio didáctico) (Figura 4). Las razones genéticas esgrimidas fueron que *"el centrómero es realmente una constricción"* (n=4) y que "*los cromosomas interfásicos tienen sólo una cromátida"* (n=1).

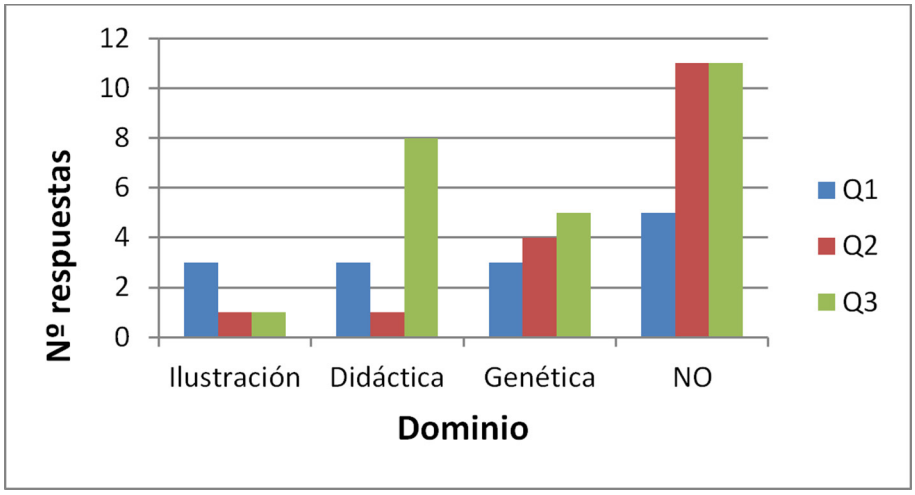


Figura 4: Resumen de las dificultades planteadas por el profesorado encuestado

Como se puede observar, sólo una fracción del profesorado (30-60%) plantea objeciones a las ilustraciones mostradas (Figura 4), mientras que el resto no encuentra errores notables, o no sabe indicarlos. Una parte de las objeciones se debe a problemas con la ilustración (hacer notar que se trata de una representación, y no la realidad). Otro segundo grupo se refiere a la necesidad de contextualizar en el nivel del alumno, anotando las imágenes con los nombres de las estructuras o de los momentos del ciclo celular. Sólo un 20%, aproximadamente, hace referencia a aspectos de la estructura del material genético en los diferentes momentos del ciclo celular, aunque hay que hacer notar que no todas las respuestas son muy precisas, y podrían esconder errores entre el profesorado.

Discusión

Las ilustraciones presentes en los libros de texto pueden en ocasiones mejorar la comprensión de los procesos, pero también pueden, en otras situaciones e inadvertidamente, introducir errores (Caballero, 2008), que se suman a la gran dificultad del alumnado de entender bien la estructura de los cromosomas.

Los docentes tienen una gran responsabilidad en este ámbito, para detectar, anticiparse y corregir posibles malas interpretaciones o mensajes erróneos. Esto requiere un amplio conocimiento didáctico de la materia: es decir, un conocimiento base (el cuerpo de comprensiones, conocimientos, habilidades y disposiciones necesarios para enseñar una situación), junto con la capacidad de reconstruir, adecuar, reestructurar o simplificar el contenido para hacerlo comprensible a sus alumnos.

A pesar del pequeño tamaño de la muestra, los resultados de este estudio piloto muestran que hasta dos tercios del profesorado en formación y en activo tienen dificultades para encontrar errores en ilustraciones didácticas, y que de las objeciones que se expresan muchas son genéricas e imprecisas (es necesario anotar las estructuras), incluso cuando se refiere al dominio genético (los cromosomas en interfase).

Los datos recogidos durante el congreso, así como entre una muestra ampliada de profesores en activo y en formación, en los meses que restan, servirán para ampliar y contrastar este diagnóstico.

Referencias bibliográficas:

Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de Las Ciencias*, *26*(2), 227–244. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/%EE%80%80ensenanza%EE%80%81/article/viewFile/118096/297684

Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Eukera. Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *2*(2), 183–208. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020206

Díaz Acevedo, A. J. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Eukera. Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *6*(1), 21–46. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/920/92012998003.pdf

Díez de Tacredi, D., y Caballero, C. (2005). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma . Su aprendizaje significativo. *Revista de Investigación*, *56*, 91–121. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2053453.pdf

García Baquero, P., Nieda Oterino, N., y Aguirre de Carcer, I. (1985). Conocimientos de biología al acabar el curso de orientación universitaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 173–180. Recuperado de: www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/50834/92835

Íñiguez, F. J., y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *10*(3), 307–327. DOI: http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i3.02

Paruelo, J. (2003). Enseñanza de las ciencias y filosofía. *Ensenanza de Las Ciencias*, *21*(2), 329–335. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21940/21774

Perales, F. J., y Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Ensenanza de Las Ciencias*, *20*(3), 369–386. Recuperado de: https://www.raco.cat/index.php/%EE%80%80Ensenanza%EE%80%81/article/viewFile/21826/21660

Williams, M., Montgomery, B. L., y Manokore, V. (2012). From Phenotype to Genotype: Exploring Middle School Students' Understanding of Genetic Inheritance in a Web-Based Environment. *The American Biology Teacher*, *74*(1), 35–40. DOI: http://doi.org/10.1525/abt.2012.74.1.8

El cuaderno de laboratorio: un instrumento para la reflexión didáctica del profesorado

Ana de Echave Sanz[1], Esther Cascarosa Salillas[1] y Francisco J. Serón Torrecilla

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. [1]Grupo Beagle.
Universidad de Zaragoza

aechave@unizar.es

Resumen:

El cuaderno o diario personal de laboratorio se muestra como un recurso que permite explorar a los estudiantes en formación de EP, las habilidades y destrezas necesarias para desarrollar un papel activo que les capacite para su futuro en el aula de ciencias orientada a los trabajos prácticos (TP) y proyectos interdisciplinares del ámbito STEAM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics). El fomento de los procesos de reflexión didáctica de los futuros maestros y maestras, debe contar con herramientas adecuadas que les ayude a ser conscientes de los aspectos cognitivos y metacognitivos de su aprendizaje científico y de su completo desarrollo formativo. En esta comunicación se recogen algunas de las conclusiones alcanzadas con una experiencia diseñada durante el curso 2016/2017 y que ha tenido continuidad durante el curso académico 2017/2018 en relación a uno de los tópicos curriculares trabajados como son los modelos de luz y color desde un enfoque interdisciplinar y materializado en un proyecto de Ciencia y Arte.

Palabras clave: Luz y color; cuaderno de laboratorio; proyecto STEAM; reflexión didáctica.

Introducción

La importancia y naturaleza de los trabajos prácticos (TP) en Educación Primaria (EP) y en coincidencia con lo señalado por Hodson (1994) es una de las aportaciones que se llevan realizando en la formación de maestros y maestras desde el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza desde 2008 (de Echave, Ferrer y Morales, 2011). En atención a ese trabajo y al valor de la práctica en ciencia "entendida como una actividad fluida y holística desde la que resulta una constante interacción de pensamiento y acción" se han seguido implementando acciones de forma continuada con el alumnado en formación a lo largo de estos diez años.

Durante este período se ha podido comprobar la importancia de contar con herramientas e instrumentos que ayuden y fomenten los procesos de reflexión didáctica desde la misma acción en escenarios de TP, y que resulten útiles tanto para el profesorado de Didáctica de Física y Química como para los futuros maestros y maestras en su práctica en un aula de EP.

De los posibles instrumentos, se encuentra que el diario permite presentar escritos, imágenes, esquemas o dibujos que favorecen el pensamiento, la interpretación, las observaciones, las explicaciones tomado como un recurso para, reflexionar y pensar sobre las experiencias vividas, documentar y sistematizar experiencias e incluso llevar a cabo ciertos trabajos de experimentación para comparar, relacionar información, tomar decisiones y establecer conclusiones (Kemmis y McTaggart, 1998).

El diario ha sido analizado por autores como Latorre (1996) como "un instrumento de formación, que facilita la implicación y desarrolla la introspección; y de investigación, que desarrolla la observación y la autoobservación".

En el caso de autores como Porlán y Martín (1991) se ha señalado la importancia de contar con una herramienta que, en el caso de las experiencias prácticas de laboratorio, va a permitir desde la anotación de descripciones, hasta las interpretaciones que permitan establecer ciertas conclusiones que potencien un conocimiento profesional crítico. Los autores señalan la capacidad del diario para fomentar la autoconciencia en el proceso de evolución y formación, así como la autorreflexión sobre los modelos adoptados.

La validez y justificación en la elaboración del cuaderno de laboratorio tomado como diario personal, así como su utilización como herramienta para valorar a los futuros maestros y maestras ha sido destacada por autores como Zabala (2011) y Yinger (1986). Además, otros muchos autores han señalado que el cuaderno de laboratorio ocupa un espacio icónico en la cultura de la educación científica. Como señala Lameijer (2015), los estudiantes de ciencia o en ámbitos científicos no deben adoptar la elaboración del cuaderno como una tarea más, sino que es una herramienta muy poderosa que está presente en laboratorios reales. El autor señala como el cuaderno proporciona evidentes beneficios cognitivos haciendo que los relatos no solo persistan en el tiempo, sino que creen un viaje intelectual lleno de pensamientos y observaciones que han de acompañar a lo largo del viaje al escritor.

Autores como Ruiz-Primo, Li y Shavelson (2002) destacan en sus investigaciones como los escritos de los estudiantes son capaces de presentar un enorme valor y riqueza en cuanto a lo que piensan mientras ellas y ellos están trabajando como científicos.

Como señala Klentschy (2010), el cuaderno de laboratorio no solo constituye una lista de observaciones o datos recolectados, sirve como información para establecer conclusiones, pero además es un registro de su conocimiento e ideas previas, sus planes, predicciones, problemas que deben resolver, procedimientos e ideas en las que van a trabajar y el significado que tiene para ellas y ellos la propia experiencia e investigación.

Por todo ello, se escoge el cuaderno personal de experiencias prácticas (Del Carmen, 2000) como instrumento que permite recoger las distintas etapas asociadas al proceso de aprendizaje, observación, explicación, la posible transposición y la reflexión en torno a lo que han aprendido, lo que sabían, lo que saben y lo que necesitarían saber, así como el papel que deben adoptar como maestras y maestros de ciencias en EP.

El cuaderno de laboratorio en proyectos del ámbito STEAM con escenarios didácticos de Trabajos Prácticos

En la formación de maestros se viene utilizando un modelo de TP en el que interesa el aprendizaje por indagación de calidad en el aula escolar (Romero-Ariza, 2017) y basado en actividades *Hands-On, Minds-On* & *Make-On*, con el objeto de que los estudiantes puedan: aprender ciencia en escenarios de TP y proyectos interdisciplinares del ámbito STEAM; aprender a enseñar ciencias en EP mediante TP con especial atención al papel del profesorado en este tipo de actividades, y aprender a utilizar el cuaderno de laboratorio y los guiones de prácticas como instrumentos didácticos.

En este contexto se le plantea al alumnado la oportunidad de abordar estrategias didácticas más basadas en el aprendizaje experiencial (Kolb, 2015) y la cognición corpórea (Gomila, 2009); de Ciencia en contexto y centrada en la realización de Prácticas auténticas (de Jong, 2006) cuando proyecta una posible actividad en un aula de EP. Por ello, se llevan a cabo dos actividades en relación a "la luz y el color". La primera actividad consiste en un TP de laboratorio donde los estudiantes experimentan con diversos fenómenos asociados a la luz y el color. En segundo lugar,

y a partir de una obra de un autor estudiado en Educación Plástica y Visual, tienen que diseñar y desarrollar un taller práctico sobre uno de los fenómenos trabajados en la sesión experimental previa. Mediante trabajo grupal, y como parte de ese taller, los estudiantes producen una obra-objeto con la que, por un lado, proyecten trabajar el fenómeno seleccionado en un aula de EP, y por otro, les sirva para conocer y comprender mejor la obra del autor seleccionado. Durante ambas actividades y de manera individual, el alumnado utiliza el cuaderno para plasmar las posibles dificultades que va encontrando, las posibles transposiciones para adaptar los contenidos a su futura labor docente, así como reflexiones acerca de lo trabajado y aprendido.

Estas experiencias son de especial interés, ya que confrontan también los diferentes modelos que se adoptan desde ámbitos disciplinares diferentes y la utilidad del cuaderno de laboratorio para ese fin.

Una vez establecido el marco de actuación, elaboración y utilización del cuaderno de laboratorio, a continuación, se analiza su valor como herramienta didáctica.

Resultados

Tras la realización de la sesión práctica, se encuentra que han utilizado el cuaderno como herramienta para reflexionar acerca de la propia sesión. Los comentarios reflejan diferentes aspectos del proceso de indagación: observación, dificultades prácticas, procesos de análisis para la trasposición al aula de E.P. y papel que deberían adoptar como maestras y maestros.

Se detecta que a partir del proceso de indagación y reflexión que aparece en el cuaderno, existen ciertos elementos que el alumnado ha empleado para el diseño de la propuesta didáctica y que de nuevo muestran la utilidad de este instrumento.

De las narrativas de las y los estudiantes recogidos en el cuaderno hay que destacar aquellas que reflexionan sobre la utilidad en la construcción de un conocimiento práctico y formativo en base a las experiencias sobre la luz y el color. Se trata de comentarios donde el alumnado se hace consciente de sus debilidades y fortalezas de cara a afrontar la preparación de la propuesta didáctica interdisciplinar.

De esta forma el cuaderno se transforma en un instrumento que permite recuperar información muy valiosa con la finalidad de ser utilizada en sus propias reflexiones y análisis, pero que además ayuda al profesorado a valorar aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje, expectativas, valoraciones, motivaciones y conductas.

Destaca la importancia que le otorgan a las representaciones visuales como elementos de análisis y reflexión de los fenómenos estudiados. Se trata de observaciones en las que el análisis de la información de dichas expresiones visuales, dibujos y esquemas advierte de la importancia a la hora de organizar y clarificar las ideas del propio alumnado, tal y como puede verse en la Figura 1.

Figura 1 . Ejemplos de imágenes donde registran fenómenos y elaboran esquemas explicativos

Utilizando el cuaderno como instrumento de reflexión han sido capaces de analizar y comprender los fenómenos físicos plasmados en una obra artística (izquierda) y posteriormente han diseñado y producido una obra donde se identifican dichos fenómenos (Figura 2), así como poner en valor este tipo de proyectos: "Este tipo de trabajos tienen más ventajas que desventajas".

Figura 2. A la izquierda, Angeles de D. Hockney. A la derecha, obra creada por un grupo de estudiantes

Por otro lado, desde el punto de vista de la evaluación, el cuaderno resulta ser un instrumento crucial, ya que permite analizar el grado de comprensión de los conceptos trabajados: "… ahora entiendo el porqué de los colores del cielo en los distintos momentos del día. Esto se debe al ángulo de incidencia de los rayos del Sol y por lo tanto está relacionado con las capas de la atmósfera que atraviesan los rayos, así como con las longitudes de onda que pueden absorber los gases que componen esas capas."

Algunas reflexiones respecto al propio cuaderno como recurso didáctico:

"Otro reto que conlleva la asignatura es la creación de un cuaderno de laboratorio individual, en un principio me resultaba confuso no tener un guion fijo e igual para todas las prácticas al que poder ceñirme, pero gracias a esta libertad he podido desarrollar todo mi potencial y creatividad en este cuaderno que seguramente de contar con un guion preestablecido igual para todos no podría haberlo hecho. El cuaderno me ha aportado una nueva forma de trabajar las experiencias o experimentos, una forma de asentar los conocimientos descubiertos durante las prácticas."

"Una vez llegados al final, echo la vista atrás y veo todo el proceso y evolución que tanto mi cuaderno como yo hemos sufrido…. En general, me ha costado pensar sobre la aplicación de las diferentes prácticas en el aula de Primaria, ya que realizar experimentos con niños y que comprendan de qué va la cosa tienen lo suyo… No todo es blanco o negro, debemos estar constantemente planteándonos y *qué pasaría si*…. para enriquecernos cada vez más."

Conclusiones

Pese a ser actividades grupales, el cuaderno es un instrumento útil de reflexión individual que ayuda a comprender el TP de laboratorio como un elemento clave de la actividad científica y permite integrar la reflexión didáctica sobre los aprendizajes realizados en tales experiencias.

Se reconoce también su utilidad para la creatividad y el rigor científico, siempre que esté orientado mediante preguntas y tareas cada vez más abiertas.

Se puede señalar el fomento de actitudes de investigación al permitir elaborar hipótesis y promover la narrativa sobre las experiencias o sucesos de los fenómenos, señalar y detectar problemas asociados con la propia práctica y la reflexión crítica.

En este sentido, el cuaderno de laboratorio puede jugar un papel fundamental en la elaboración y construcción del conocimiento, además de poder complementar el análisis y valoración de los formadores en cuanto a su papel en escenarios de TP, desvelando intereses, motivaciones y expectativas.

Se puede valorar como un objeto o elemento epistémico por sí mismo que aporta numerosa información de forma secuencial y que ayuda a interrelacionar los procesos en el aula.

Finalmente se puede señalar que el cuaderno de laboratorio resulta de una gran utilidad para los futuros/as profesionales de EP, dado que les permite recuperar una información valiosa a la hora de secuenciar otras propuestas didácticas en el aula de ciencias. Al mismo tiempo, se trata de una herramienta que vinculada con las experiencias y los TP permite al profesorado del ámbito universitario valorar la secuencia de aprendizaje del alumnado a través del análisis de los diferentes recursos empleados: lenguaje verbal, lenguaje visual, valoraciones cognitivas y metacognitivas sobre su propio aprendizaje y el valor otorgado a dicho aprendizaje.

Referencias bibliográficas

De Echave Sanz, A., Ferrer Bueno, L.M. y Morales Lamuela, M.J. (2011). La relevancia y el valor de los trabajos prácticos en Educación Primaria y en la formación del profesorado de este nivel. Una experiencia de aula. *Investigación en la Escuela*, 74, 101-112.

Del Carmen, L. (2000). Trabajos prácticos. En Perales, F. J.. y Cañal, P. (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (267-287). Alcoy: Marfil.

Gomila, A. (2009). Cambio de marcha en ciencia cognitiva: Cognición corpórea. *Ciencia cognitiva: Revista electrónica de divulgación*, 3:2, 49-51.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

De Jong O. (2006). Making chemistry meaningful: conditions for successful context-based teaching. *Educación Química* 17, extra, 215-221.

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1998). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.

Klentschy, M.P. (2010). *Using science notebooks in middle schools*. United States. NSTA Press.

Kolb, D. (2015). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. 2nd Edition.* New Jersey: Pearson Education.

Lameijer, E.W. (2015). Reflextions on Why and How to Keep a Lab Notebook. *Math 420/CS310.*

Latorre, A. (1996). *El diario como instrumento de reflexión del profesor novel.* Actas del III Congreso de E. F. de Facultades de Educación y XIV de Escuelas Universitarias de Magisterio. Guadalajara: Ed. Ferloprint.

Porlán R. y Martín J. (1991). *El Diario del Profesor*. Sevilla: Ed. Diada.

Ruiz-Primo, M.A., Li, M., y Shavelson, R.J. (2002). *Looking into students' science notebooks: What do teachers do with them?*. CSE Technical Report 562. National Center for Research on Evaluation and Student Testing. Stanford University.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14(2)*, 286-299.

Yinger, R.J. (1986). *Investigaciones sobre el conocimiento y el pensamiento de los profesores. Hacia la concepción de la actividad profesional*. Villar Angulo (Ed).

Zabalza, M.A. (2011). *Los diarios de clase. Un instrumento de investigación y desarrollo profesional*. 3ª edición. Madrid. Narcea S.A. de Ediciones.

¿Son los maestros en formación capaces de realizar una secuencia de actividades basada en la metodología de indagación tras la implementación de indagaciones empíricas en su formación?

María Diez-Ojeda y Sofía Alvoz Ameri

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos

mdojeda@ubu.es

Resumen

Numerosos estudios analizan la aplicación en el aula de las secuencias de actividades basadas en la indagación y su efectividad. No obstante, es importante estudiar las dificultades que presentan los maestros para abordar estas programaciones. En el presente trabajo se analiza por un lado las dificultades que presentan los maestros del grado de educación primaria para elaborar secuencias de actividades utilizando la metodología tras haber abordado la indagación en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza iniciales que se imparten en el grado y por otro lado se compara con un estudio anterior realizado a una muestra similar que no había tenido la misma formación sobre indagación, pudiendo apreciar que la inclusión sobre esta metodología en cursos iniciales ha mejorado notablemente en el diseño de estas secuencias y detectando debilidades que se deben subsanar en la formación.

Palabras clave: Metodología de indagación; formación inicial de maestros; ciencia naturales en educación primaria; unidades didácticas; dificultades.

Objetivo

El principal objetivo del presente estudio es analizar la eficiencia de la implementación de indagaciones empíricas y diseños de secuencias de actividades por indagación en la formación de los maestros de educación primaria para que finalmente puedan elaborar unidades didácticas consolidadas como indagaciones.

Marco Teórico

Se puede apreciar tras el análisis del currículo español el valor que se da a que los estudiantes, tanto en educación primaria como en secundaria, refuercen el aprendizaje de los contenidos científicos con el razonamiento y la reflexión a través de la definición de problemas, formulación de preguntas, analizar y discutir datos o elaborar conclusiones basándose en pruebas (MEC, 2006; MEC 2007), para conseguir este hito se propone la metodología de indagación.

Pese a que en el estudio realizado por Greca I.M., Diez Ojeda, M., Meneses Villagrá, J.A., (2017) et al (2017), nos indican que los maestros en formación se consideran capacitados para llevar a cabo indagaciones escolares, varios investigadores han demostrado que presentan dificultades para la comprensión de las etapas de la indagación y diseñar secuencias de actividades basadas en esta metodología. (Cañal de León, P., Travé González, G. y Pozuelos Estrada, F., 2011; Vílchez y

Bravo, 2015; Bogdan et al, 2017), aspecto que sugiere que es imprescindible realizar una reflexión sobre la formación universitaria que reciben sobre la indagación analizando posibles mejoras a incluir en las asignaturas que e imparten de Conocimiento del Medio Natural y su Didáctica con la finalidad de mejorar la realización de las secuencias de actividades por indagación y la puesta en práctica de las mismas (Diez-Ojeda, M., Meneses Villagrá, J.A, Greca I.M., 2017)

Contextualización

Esta muestra es similar a la estudiada en Diez-Ojeda et al 2017, en la cuál se trabaja con una muestra de treinta [N=30] alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria que cursaban la asignatura de cuarto curso Innovación en el Aprendizaje del Conocimiento del Medio (IACM) en 2015-2016. En esta asignatura los alumnos, de forma grupal durante cinco semanas, llevan a cabo una indagación científica a partir de situaciones problemáticas abiertas con un nivel de profundización de bachillerato y contenidos específicos de las asignaturas científicas o bien multidisciplinares de las mismas. Para ello los alumnos deben abordar la situación asignada (cada grupo una diferente y con diferentes contenidos) identificando los problemas más concretos que puedan ser resueltos de forma experimental. Emiten hipótesis, realizan las predicciones en base a su conocimiento, planifican el diseño experimental, lo llevan a cabo, para posteriormente analizar los datos obtenidos, relacionarlos con los modelos científicos, establecer las conclusiones y buscar nuevas aplicaciones relacionadas con el conocimiento construido. Finalmente los alumnos realizan un informe escrito, expuesto al resto de la clase, en el que deberán dar respuesta a los problemas basándose en la evidencia empírica obtenida. Posteriormente, de manera individual, deben diseñar una secuencia didáctica usando la metodología de indagación para alumnos del ciclo que deseen de educación primaria escogiendo los contenidos a trabajar, transposición didáctica que debe ser explicada y expuesta. Cabe destacar que estos alumnos en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (CND) que se imparten en segundo y tercer curso del grado, a parte de tener el objetivo de adquirir conocimientos científicos estructurantes, una visión más actual sobre la naturaleza de las ciencias (Greca et al, 2017) han trabajado en alguna sesión esta metodología habiéndose definido en ambos cursos varias prácticas como indagaciones y pidiéndoles como trabajo grupal final la realización de una secuencia de actividades por indagación. Estas dos últimas incorporaciones fueron el resultado de las investigaciones previas sobre el programa formativo realizadas por Greca et al, (2017) y Bogdan et al (2017), en los que los futuros maestros mostraban interés en aplicar estas metodologías pero presentaban ciertas dificultades a la hora de comprender el proceso y elaborar las secuencias de actividades por indagación.

Metodología

En el presente estudio se utiliza una metodología no experimental no cuantitativa, a través de una rúbrica y cualitativa basada en las aportaciones del investigador para identificar las principales dificultades que presentan los maestros en formación para elaborar unidades didácticas utilizando la metodología de indagación. Para ello se analizarán las unidades didácticas que han elaborado los alumnos de la muestra anteriormente citada.

La rúbrica utilizada es la utilizada por Bogdan R, Greca I.M. y Meneses, J.A. (2017), en su estudio *"dificultades de los maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación"* (en adelante Estudio 1) En el cuál realizaron una adaptación de RTOP (Reformed Teaching Observation Protocol) (Sawada y Piburn, 2000). A través de esta rúbrica RTOP se analizan cuatro componentes A, B, C y D (NRC, 2000) agrupándose en ellos los Ítems que se han considerado más significativos analizar en una indagación a través del diseño de una unidad didáctica. Podemos ver en la tabla 1 esta agrupación conservando el número de ítem de origen. Los valores que se han dado a cada ítem han sido de 0, 1, 2 ó 3, siendo 0 la puntuación más baja y 3 la más alta, siguiendo el criterio estipulado en el Estudio 1.

Con los datos obtenidos se ha realizado un análisis estadístico. La expresión de los resultados se llevará a cabo en dos fases: 1) analizando cada uno de los componentes a nivel cuantitativo con los valores obtenidos tras aplicar la rúbrica RTOP y añadiendo un análisis cualitativo que nos sirve para aclarar y ampliar las calificaciones realizadas por los investigadores. 2) Se realizará un análisis comparativo con los resultados obtenidos en el Estudio 1, trabajo realizado sobre alumnos que únicamente habían abordado esta metodología en la asignatura de cuarto IACM dos años antes siendo esta la principal diferencia entre ambas muestras.

Componente A (NRC, 2000): Los saberes, eventos o fenómenos abordados poseen un interés científico que conecta con los conocimientos propios de los alumnos y les provoca un conflicto cognitivo que impulsa el desarrollo de las ideas previas.
Ítem 1. *Las estrategias de enseñanza y las actividades planteadas respetan los conocimientos previos y las pre-concepciones de los estudiantes*
Ítem 6. *La lección abordaba conceptos fundamentales de la materia.*
Ítem 17. *Los comentarios y las dudas planteadas por los estudiantes marcan el desarrollo de la clase.*
Componente B (NRC, 2000): Los alumnos son involucrados en experiencias manipulativas que entrañan la formulación y comprobación de hipótesis, la resolución de problemas reales, y la generación de explicaciones del fenómeno estudiado a partir del análisis y la interpretación de datos y la síntesis de ideas propias.
Ítem 5. *El hilo con-ductor de la clase estaba a menudo determina-do por las ideas originadas por los estudiantes.*
Ítem 7. *La lección promovió la comprensión de los conceptos estudiados*
Ítem 10. *Se exploró la conexión del contenido de una forma interdisciplinar y/o con fenómenos del mundo real.*
Ítem 12. *Los estudiantes han formulado estimaciones, predicciones y/o hipótesis, así como experimentos y medios para su comprobación.*
Componente C (NRC, 2000): Se construyen modelos, aclaran conceptos y amplían conocimientos y habilidades aplicables a otras situaciones.
Ítem 4. *Esta lección animó a los estudiantes a buscar y valorar modos de investigación alternativos o de resolución de problemas.*
Ítem 19. *Se anima a los estudiantes a elaborar conjeturas, estrategias de resolución alternativas y formas varias de interpretar los resultados obtenidos.*
Ítem 20. *El maestro ofrece recursos para apoyar y mejorar las propuestas del alumnado.*
Componente D (NRC, 2000): Hay una revisión conjunta entre el alumnado y el profesorado para evaluar el qué y el cómo se ha aprendido.
Ítem 13. *Los estudiantes han participado de forma activa en actividades de reflexión que implicaban la evaluación crítica de los procedimientos empleados.*
Ítem 14. *El rigor intelectual, la crítica constructiva y la valoración de ideas y modelos alternativas fueron valoradas.*

Tabla 1. Componentes e Ítems analizados según la rúbrica RTOP

Resultados

Fase 1.- Aplicación de la RTOP a la muestra

En la figura 1 se muestran los valores obtenidos en cada uno de los ítems. Cabe destacar que en el sumatorio de los valores de 2 y 3 obtenidos en todos los ítems se encuentra en valores superiores al 60%, encontrándonos diez de los doce ítems analizados con porcentajes superiores al 70% y consiguiendo en cuatro de ellos estar por encima del 95% (ítem 6, 10, 19 y 20) en el sumatorio de estos valores (valor 2 y 3). No obstante, en cinco de estos ítems (Ítem 6, 17, 10, 19 y 20) podemos apreciar porcentajes superiores al 50% en el valor 3 obteniéndose en dos de ellos porcentajes de 86,67% (ítem 10) y 90% (Ítem 19).

A continuación se analiza por separado cada ítem para así conseguir detectar las dificultades encontradas por cada componente.

Componente A: En el primer ítem podemos apreciar que los maestros en formación muestran dificultades para trabajar las ideas previas del alumnado al igual que para compararlas con los modelos científicos. Solo el 6,67% plasma este proceso y las retoma al final de la UD para analizar su desarrollo. El ítem 6 nos muestra que en el 96,67% de las UD analizadas presentan el contenido conceptual de manera estructurada en la que se entiende el proceso con claridad atendiendo a lo recogido en la LOE, no obstante el 46,67% presentan dificultades para abordar niveles progresivos de abstracción.

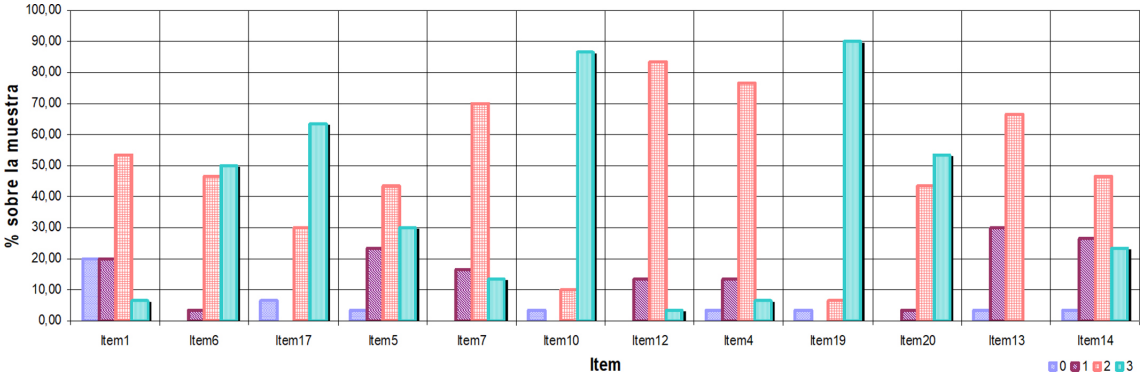


Figura 1. Gráfico de resultados obtenido en cada uno de los ítems expresado en porcentaje.

Componente B: Prácticamente todas las UD analizadas se consigue explorar la conexión del contenido de una forma interdisciplinar y/o con fenómenos del mundo real, no obstante el 10% no lo aplican en otras áreas (ítem 10) y pese a que no parece que el alumnado diseñe los experimentos, aunque sea una de las intenciones, si que se percibe (83,33%) que son ellos quienes formulan las hipótesis y generan explicaciones que tienen relación con el problema planteado y los datos obtenidos siendo este último una dificultad para el 96,66% (ítem 12). Según lo analizado en el ítem 5 se aborda la UD a partir del planteamiento de preguntas por parte del docente, a veces desarrollando ideas del alumnado pero considerando únicamente en un 30% las discusiones de los alumnos. Por otro lado, aunque abogan por la realización de una exposición y se plantea o explica al alumnado la aplicación de los resultados (70%), solo el 13,33% retoman el problema inicial para plantear soluciones alternativas (ítem 7).

Componente C: Pese a que los futuros maestros animan en sus unidades didácticas a que el alumnado de primaria elabore conjeturas, estrategias de resolución de alternativas y formas varias de interpretar los resultados obtenidos (ítem 19 – 90%), no se da pié a los estudiantes a plantear y diseñar los experimentos (ítem 4) sin embargo según lo analizado en el ítem 20, en general, el maestro ofrece diferentes tipos de recursos presentando distintos tipos de materiales y soportes para apoyar y mejorar las propuestas del alumnado, no obstante solamente el 53,33% propone variaciones en el grado de dificultad y abstracción.

Componente D: A través del análisis del ítem 13 se puede decir que no se ha percibido que los estudiantes han participado de forma activa en las actividades de reflexión, generando diálogo y debate a partir de la comparación de los resultados obtenidos extraídos de los experimentos y el estudio de la viabilidad y aplicación de las soluciones propuestas por el alumnado (66,67%) y no se ha percibido en ningún caso la evaluación conjunta. Otra de las dificultades que presentan los maestros en formación que se percibe a través del ítem 14 es la valoración de las ideas alternativas de los estudiantes a través de actividades escritas (23,33%) aunque el 96,67% opta por utilizar hojas de registro, exposiciones o ambas.

Fase 2.- Análisis comparativo con el Estudio 1

La comparativa con el Estudio 1 se va a realizar a partir del análisis estadístico que realizan en dicho trabajo sobre la presencia de componentes NRC comunes en la metodología por indagación en la que marcan tres categoría en función del percentil asignado (Figura 2). Se puede apreciar que en el Estudio 2 ha incrementado notablemente la presencia de 4 componentes al

mismo tiempo que disminuye las UD con un único componente. Pese a esto, al igual que en el E1, la puntuación más baja se corresponde con la componente D, que analiza el qué y cómo se ha aprendido.

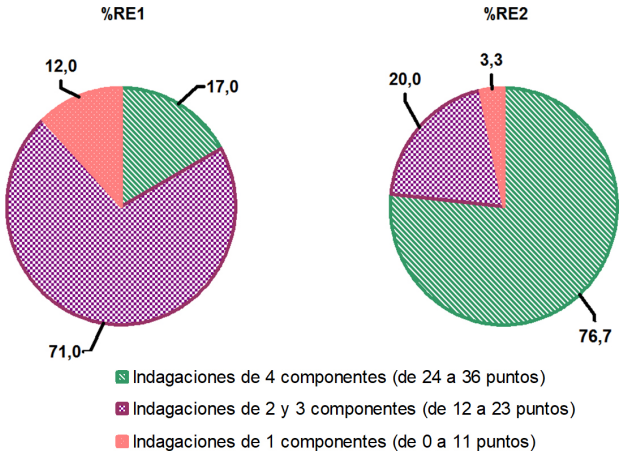


Figura 2. Resultados obtenidos tras analizar la presencia de componentes comunes en la metodología de indagación obtenidos en la RTOP. %RE1: Resultados en el Estudio 1 expresados en porcentaje (Bogdan et al 2017); %RE2: Resultados en el Estudio 2 expresados en porcentaje.

Conclusión

En las aulas de educación primaria se ha incorporado la práctica de una ciencia activa apoyándose para ello el uso de la metodología de indagación, teniendo que contemplar en la formación inicial en ciencias de la naturaleza de los futuros maestros tanto la comprensión del conocimiento de la ciencia como sobre la ciencia, siendo estos aspectos en conjunto primordiales en su formación, para así conseguir la comprensión de la naturaleza de las ciencias (Acevedo, 2010; Escriva-Colomar y Rivero-García, 2017), de tal forma que se convierte de de vital importancia realizar modificaciones en la formación inicial de los maestros y analizar su eficacia, es por ello que el presente estudio supone una relevante aportación.

Tras el análisis de la muestra, se puede apreciar que consiguen realizar UD estructuradas elaborando una conexión de los contenidos a trabajar con el mundo real y cercano de los estudiantes de primaria consiguiendo que elaboren hipótesis, realicen experimentaciones manipulativas y aportando recursos que ayuden a reforzar y mejorar las propuestas del alumnado de educación primaria. En contraposición se ha podido detectar dificultades a la hora de elaborar UD con la metodología de indagación, pese a la implementación de indagaciones empíricas y diseños de secuencias de actividades por indagación en la formación de los futuros maestros de educación primaria.

A través del análisis RTOP de la muestra, podemos extraer que los alumnos presentan notables dificultades para trabajar las ideas previas del alumnado y compararlas con los modelos científicos, al igual que para abordar con contenidos conceptuales con niveles progresivos de abstracción, viéndose reforzadas estas deficiencias a la hora de retomar en la UD la situación problema inicial, plantear soluciones alternativas y generar explicaciones por parte de los estudiantes de primaria que tengan relación con el problema planteado y los datos obtenidos, mostrándose el estudiante de primaria a lo largo del proceso como un mero ejecutor de los diseños experimentales planteados por el docente y no percibiéndose su participación activa, ni teniendo en cuenta la valoración conjunta para conseguir evaluar el qué y cómo se ha aprendido.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio (Estudio 2), con el realizado anteriormente a través de la misma herramienta de análisis se aprecia que se consigue un incremento muy

significativo (E1:17% frente a E2:76.7%) en las UD en las que aparecen principalmente las 4 componentes pudiendo consolidarse estas como indagaciones. Cabe recordar, que la formación que ha recibido la muestra del Estudio 2 ha sido reforzada con prácticas como indagaciones y pidiéndoles, como trabajo grupal final, la realización de una secuencia de actividades por indagación en las asignaturas cursadas en segundo y tercer curso de CND, y siendo la misma formación la recibida en ambos grupos en la asignatura de cuarto de IACM, por lo que podemos ratificar que estas modificaciones han sido eficaces y necesarias.

Pese a esto se puede apreciar que aún existen dificultades que no se han podido solventar con las modificación realizadas en la formación, como son las encontradas para trabajar las ideas previas de los alumnos o que tomen más autonomía en el proceso probablemente originadas por las propias dificultades a la hora de comprender la metodología (Diez-Ojeda et al. 2017). Por ello es importante seguir trabajando sobre la formación de los maestros de educación primaria implementando actividades y dando recursos que puedan suplirlas, como puede ser el proyecto de los Sábados de Ciencia dónde los maestros en formación ponen en práctica esta metodología directamente con estudiantes de educación primaria a parte de modificación en las propias asignaturas del grado.

Agradecimientos

Investigación parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad, Convocatoria: Retos de Investigación EDU2017-89405-R.

Referencias Bibliográficas

Acevedo-Díaz J.A., (2010). Formación del profesorado de Ciencias y enseñanza de la Naturaleza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 7(3), 653-660.

Bogdan Toma, R., Greca I.M. Meneses Villagrá, J.A., (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14(2), 442–457, 2017 ISSN: 1697-011X DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11

Cañal de León, P., Travé González, G. y Pozuelos Estrada, F., 2011, Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela.* 73 pp5-25.

Diez Ojeda, M., Meneses Villagrá, J.A, Greca I.M., (2017). ¿En qué favorece a los maestros en formación inicial la implementación de una indagación empírica? *Enseñanza de las Ciencias*. Num. Extra (2017), p.2097-2102, ISSN 2174-6486. https://ddd.uab.cat/record/184293

Escriva-Colomar y Rivero-García A., (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias* 14(1) ,199-214. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18856

Greca I.M., Diez Ojeda, M., Meneses Villagrá, J.A., (2017) La formación en ciencias de los alumnos del Grado de Maestro de Educación Primaria*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 16, Nº 2, 231-256 (2017)

Sawada D., Piburn M. (2000) Reformed teaching observation protocol (RTOP) Training Guide, ArizonaState University: 10.

Vílchez, J.M. y Bravo, B (2015), Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. 33.1, pp. 185-202.

¿Qué percepciones tienen los maestros en formación inicial sobre las estrategias y contenidos que aprenden en el huerto ecodidáctico?

Marcia Eugenio[1], José Eduardo Vilchez[2], Lourdes Aragón[3] y Marta Ceballos[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. [2]Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (Adscrito a Universidad de Sevilla). [3]Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz

marcia.eugenio@uva.es

Resumen:

En este trabajo se aborda el aprendizaje de estrategias y contenidos que implica el uso de huertos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestros. El estudio se ha llevado a cabo en 3 universidades españolas, en las que el uso de huertos se contextualiza en 3 asignaturas distintas (Ciencias de la Naturaleza en la Universidad de Valladolid, Didáctica de las Ciencias en el CEU Cardenal Spínola de Sevilla y Educación Ambiental en Infantil en la Universidad de Cádiz) de los Grados en Educación Primaria e Infantil. La recogida de datos ha seguido una metodología mixta: cuantitativa, en base a un instrumento presentado en Ceballos, Escobar y Vílchez (2014) y cualitativa, en base a entrevistas. Los resultados muestran, en el primer caso, que los estudiantes valoran principalmente la dimensión didáctica del recurso; y en el segundo caso, que conceden importancia a los aprendizajes activos y al aire libre y a las sensaciones de bienestar asociadas a ellos.

Palabras clave: didáctica de las ciencias; educación infantil; educación primaria; formación inicial; huertos EcoDidácticos.

Introducción y planteamiento del problema

A nivel nacional el uso de huertos ecológicos con finalidad educativa (*huertos ecodidácticos*) se ha incrementado en la última década. Constituyen ejemplos claros las redes de huertos escolares, como la de la ribera de Navarra, la de Zaragoza, la de Valladolid, o la del Ayuntamiento de Madrid con alrededor de 150 centros. Las fortalezas de este recurso educativo han sido descritas en trabajos anteriores (Eugenio y Aragón, 2016; Ceballos, 2017). Constituyen laboratorios vivos donde observar y experimentar sobre sus componentes y procesos. Algunos estudios indican que los estudiantes muestran un mayor interés y entusiasmo, participando más en las actividades, y obteniendo mejores resultados en sus aprendizajes (Skinner et al., 2012). En general, la enseñanza en base al uso de huertos escolares parece tener muchos beneficios desde el punto de vista de la formación integral de niños y niñas. Sin embargo, en muchas escuelas aún no se aprovecha su enorme potencial, empleándolo de manera puntual o a través de actividades consideradas complementarias y su uso más frecuente suele ser de apoyo en contenidos del área del Conocimiento del Medio.

Asimismo, los Huertos EcoDidácticos se están incorporando a la formación inicial de maestros, principalmente como recursos innovadores promovidos en diversas universidades españolas en el contexto de asignaturas de Didáctica de las Ciencias (Ceballos et al., 2014; Eugenio y Aragón, 2016), Educación Ambiental (Aragón y Cruz, 2016) o Educación para la Sostenibilidad (Eugenio et al., 2018). En otras universidades existen proyectos participativos desarrollados por comunidades de aprendizaje; es el caso de la "HuertAula Cantarranas" en la Universidad Complutense de Madrid, o "Jaulas Abiertas" en la Universidad de Málaga.

Desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial de maestros, una línea de investigación, en la que se enmarca el presente trabajo, se centra en conocer las percepciones de los estudiantes sobre sus aprendizajes en relación a este recurso. Para ello se ha recabado información de los alumnos que han participado en una experiencia de enseñanza de las ciencias en base al uso de huertos en tres universidades: Campus de Soria de la Universidad de Valladolid, Universidad de Cádiz y CEU Cardenal Spínola Sevilla, en distintas asignaturas de didáctica de las ciencias en los Grados en Educación Infantil y Primaria. Presentamos aquí el análisis del uso del huerto en relación a los contenidos para los que prioritariamente se emplea, y como integrador de estrategias de aprendizaje.

Metodología

Instrumentos y participantes

Este trabajo se ha llevado a cabo mediante una metodología mixta cualitativa y cuantitativa. Para la parte cualitativa se diseñó una entrevista siguiendo las recomendaciones de Tójar (2006). Los objetivos generales eran: obtener información de cómo fue la experiencia de aprendizaje en el huerto de los alumnos de los Grados de Educación Infantil y Primaria (primera parte) y conocer qué percepciones y opiniones poseen respecto al uso del huerto como recurso (segunda parte). Se entrevistó a 2 alumnas de CEU Sevilla y a 3 alumnas de la UVa en Soria (mediante 2 entrevistas) tras finalizar las respectivas asignaturas en el curso 2015/2016.

Las entrevistas fueron analizadas mediante el uso del software maxqda. Inicialmente se definieron 4 categorías, correspondientes a las 4 dimensiones del instrumento de recogida de información cuantitativa y 20 subcategorías, correspondientes a los 20 ítems del instrumento (Ceballos et al., 2014). Además, durante el análisis se identificaron contenidos que no encajaban en las subcategorías así definidas, para los cuales se definió una categoría amplia y un total de 10 subcategorías más concretas. En el análisis se definieron los segmentos a modo de unidades de contenido, tratando de preservar su sentido original.

En el estudio cuantitativo participó un total de 188 estudiantes correspondientes a los tres campus participantes: Soria (N=66), CEU-Sevilla (N=45) y Cádiz (N=77). Para la toma de datos se usó un cuestionario ya empleado en investigaciones sobre el uso del huerto como recurso didáctico (Ceballos et al., 2014; Reina et al., 2017), que consta de 20 ítems en escala Likert de 1 a 5. En este trabajo se presenta la información correspondiente a 10 de los 20 ítems, relativos a los bloques "*Desarrollo de estrategias de aprendizaje basadas en indagación"* (A) y "*Desarrollo práctico de contenidos relacionados con biología y agricultura"* (B) (5 ítems por cada bloque) y una última pregunta final donde el estudiante debía valorar explícitamente la prioridad en el uso del recurso en esos dos aspectos.

Se ha empleado el software IBM SPSS Statistics 20.0 para las pruebas estadísticas. En el caso de las diferencias entre los bloques A y B, se han utilizado una T de Student para muestras relacionadas (en las medias en las respuestas implícitas) y prueba de los rangos de Wilcoxon (en las respuestas explícitas, al ser una escala ordinal). En todas las pruebas se ha tenido en cuenta el nivel de significación $\alpha = 0{,}05$ y en las paramétricas se han considerado pruebas de normalidad.

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis cuantitativos se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1. Medias y desviaciones típicas de las respuestas a los ítems individuales

Ítems	Media	D.S.
1-A Permite que los niños desarrollen habilidades científicas	4,37	,787
2-B Sirve para visualizar de forma práctica las partes de una planta	4,60	,626
5-A Favorece el aprendizaje mediante investigación o indagación por parte de los niños	4,53	,666
7-B Permite identificar las relaciones entre las distintas partes de un ecosistema	3,89	,790
9-A Los niños pueden formular hipótesis y argumentaciones a partir del trabajo en el huerto	4,14	,725
11-B La principal función del huerto es ejemplificar los contenidos del currículum sobre los seres vivos	3,49	,916
14-B Permite a los niños comprender procesos como fotosíntesis, germinación y ciclos vitale	4,35	,762
15-A La principal función del huerto es de tipo lúdico, para fomentar el buen ambiente y descargar tensiones	3,44	1,171
17-A Se puede articular como un proyecto interdisciplinar	4,15	,762
18-B Proporciona habilidades agrícolas a los escolares potencialmente útiles	4,10	,837

Bloque A: desarrollo de estrategias de aprendizaje

Los ítems mejor valorados se refieren a que el huerto favorece el aprendizaje por indagación (5-A) y permite que los niños desarrollen habilidades científicas (1-A). Esta utilidad didáctica del huerto para el aprendizaje de las ciencias queda reforzada por el hecho de que la opción menos valorada es la de que la principal función del huerto es la simplemente lúdica (15-A). En el análisis cualitativo, la dimensión didáctica del huerto resultó interesante para los futuros maestros, como demuestra el hecho de que el número final de segmentos atribuidos al bloque A fuera el más elevado, 47 en total. En particular, y de entre las categorías de análisis definidas *a priori*, destacó en primer lugar que el uso del huerto "*favorece el aprendizaje mediante investigación o indagación"* (16 segmentos), reconociendo que así ha sido en su experiencia como alumnas:

> *"¡Si es que nosotras lo hacíamos! Nos atacaron los caracoles, pues pusimos cartulinas alrededor (…) pero se morían las plantas porque no les daba el sol. Entonces echamos cenizas y cáscaras de huevo (…)" (CEUSe-2)*

Y valorando este hecho positivamente.

> *"entonces me gustó el hecho de que fuéramos nosotras mismas las que descubríamos cómo se hacen las cosas y se te queda mejor" (UVaSo-2)*

Destacó también la "*función lúdica, para fomentar buen ambiente y descargar tensiones"* (12 segmentos):

> *"la verdad es que como actividad además se notaba que la gente cuando iba al huerto iba con ganas, que estabas al aire libre, no metida en una clase encerrada" (CEUSe-2)*

Además, se definieron *a posteriori* 2 nuevas subcategorías: el "*aprendizaje experiencial"*, al que hubo referencias en todas las entrevistas (11 segmentos), valorándose positivamente por oposición a las clases magistrales y al uso de libro o presentaciones como recursos predominantes:

> *"no es lo mismo que (…) tú lo veas a modo teórico en un powerpoint y se lo enseñes a los niños así, a que tú tengas esta experiencia" (CEUSe-1)*

Y el "a*prendizaje entre iguales",* también mencionado en todas las entrevistas (6 segmentos):

> *"Y luego también siempre hay alguien que sabe algo que tú no sabes. (…) "esta es la flor del rábano y se parece a la flor del jaramago" (…). Que al final tú puedes enseñar y tú puedes aprender" (CEUSe-2)*

Bloque B: desarrollo de contenidos

El ítem mejor valorado fue 2-B que indica que la principal utilidad del huerto en cuanto a contenidos es visualizar de forma práctica las partes de una planta. Otro ítem bien valorado indica que el trabajo con este recurso favorece la comprensión de los procesos de fotosíntesis, germinación y ciclos vitales (14-B). En aparente contradicción, el ítem peor valorado fue 11-B, que indica que el huerto sirve para ejemplificar los contenidos del currículo sobre los seres vivos.

En cuanto al análisis cualitativo, el bloque B estuvo representado por un total de 25 segmentos, fundamentalmente incluidos en las subcategorías "*procesos como fotosíntesis, germinación y ciclos vitales" y "ejemplificar currículum sobre seres vivos",* que en el análisis cualitativo fueron indistinguibles (7 segmentos), y entre las que no hubo ninguna alusión a fotosíntesis:

> *"la verdad es que todos los contenidos de ciencias naturales, sobre todo lo de las plantas, el ciclo de las plantas… yo creo que se ven muy bien" (CEUSe-2)*

Y en las "*habilidades agrícolas potencialmente útiles"* (5 segmentos): que es aparente quién las poseía ya y que son fundamentales en la vida:

> *"Conocimientos que yo creo que son básicos y que todo el mundo debería conocer. Porque si tienes un huerto puedes básicamente mantenerte sin la necesidad de mucho más." (UvaSo-1)*

Comparación entre el bloque A y el B: estrategias frente a contenidos

Si comparamos las medias de ambos bloques resulta ligeramente superior la del bloque A (media 4,13) frente al B (4,08). Esta diferencia no es estadísticamente significativa (Figura 1), por lo que se puede concluir que los estudiantes participantes valoran favorable y equitativamente el papel del huerto para desarrollar estrategias de indagación y para aprender contenidos de tipo biológico-agrícola. No se han encontrado diferencias en la valoración de estos bloques entre los estudiantes de los Grados de Primaria e Infantil, o entre los pertenecientes a cada una de las tres asignaturas ($p > 0,05$ en todas las pruebas realizadas).

En la Figura 1 se compara la "valoración implícita" del uso del huerto escolar en los dos bloques considerados, según las medias alcanzadas por los ítems individuales, con la "valoración explí-

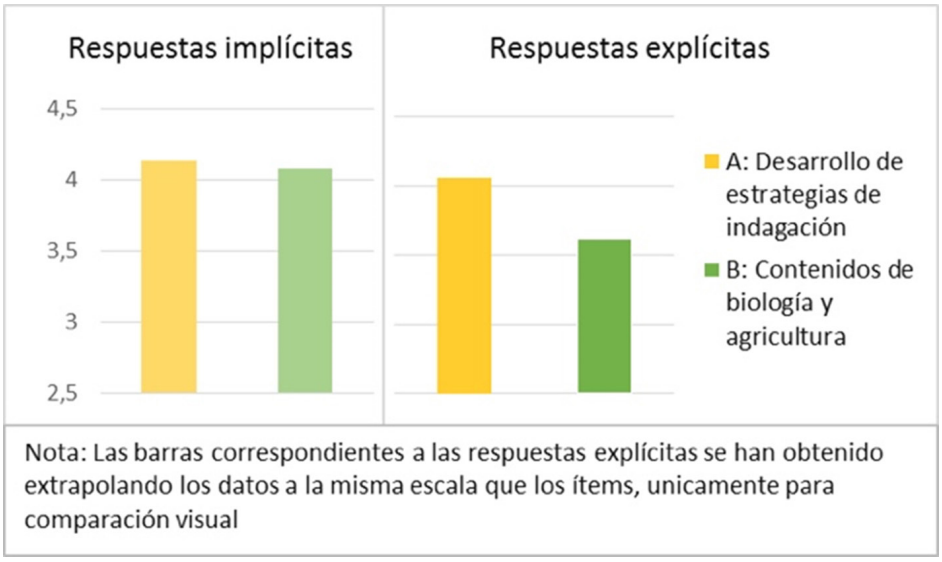


Figura 1. Comparación entre respuestas implícitas y explícitas en la consideración del huerto para *Desarrollo de Estrategias de Indagación* y *Desarrollo práctico de contenidos de biología.*

cita" que se solicita en el ítem 21. Como se observa existe un comportamiento distinto en ambos tipos de respuesta. En el caso de la valoración implícita no existen diferencias significativas al considerar ambos bloques [t (187) = 1,260; p = 0,209]. En cambio, en la valoración explícita existe una clara diferencia a favor del bloque A (Z = -2,923; p = 0,003). Es decir, cuando se pregunta explícitamente los estudiantes reconocen en mayor medida las potencialidades del uso del huerto escolar como generador de estrategias de aprendizaje por indagación en los niños frente al simple uso como espacio para tratar contenidos relacionados con la biología y la agricultura de forma práctica.

Conclusiones

En este trabajo se presentan resultados relativos a las percepciones de futuros maestros sobre la capacidad de los Huertos Ecodidácticos para generar estrategias de aprendizaje y para abordar contenidos de tipo biológico-agrícola. Ambos análisis apuntan a que la dimensión didáctica del recurso resulta especialmente interesante para los futuros maestros, que reconocen que el uso de huertos implica el aprendizaje por indagación, la promoción de habilidades científicas, el aprendizaje experiencial y el aprendizaje entre iguales, generando así interesantes oportunidades para la enseñanza de la ciencia escolar. En cuanto a los contenidos de biología o agricultura, tanto en el análisis cualitativo como en la pregunta explícita en el instrumento cuantitativo la consideración de los estudiantes sobre ellos es inferior a la de las estrategias. Este hecho puede estar influido por lo "didácticamente correcto" ya que no se traslada a las respuestas implícitas del cuestionario.

Finalmente, las entrevistas nos han permitido identificar otras categorías relacionadas con el uso del huerto en los dos aspectos considerados: el aprendizaje experiencial y entre iguales y el desarrollo de otros contenidos más generales, muy útiles para continuar en esta línea de trabajo y poder optimizar la toma y análisis de datos, extendiéndolo a otros aspectos potenciales de los huertos EcoDidácticos como la Educación Ambiental, la enseñanza de valores, o el aprendizaje colaborativo, entre otros.

Referencias bibliográficas

Aragón, L., y Cruz, M.I. (2016). ¿Cómo es el suelo de nuestro huerto? El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia en Educación Ambiental desde el Grado de Maestro/a en Educación Infantil. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 30 (1), 171-188, doi: 10.7203/DCES.30.6475

Ceballos, M. (2017). Aprovechamiento didáctico de los huertos escolares en centros de Sevilla. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario*, 787–792. Recuperado de https://ddd.uab.cat/record/184560

Ceballos, M., Escobar, T. y Vílchez, J.E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica (pp. 285-292). En *Actas XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias.*Huelva: Universidad de Huelva.

Eugenio M., Zuazagoitia D. y Ruiz-González A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1501- doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501

Eugenio, M. y Aragón, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (3), 667-679. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18504

Reina, M., Vílchez, J.E., Ceballos M. y López J.M. (2017). Análisis de un proyecto de huerto escolar en Secundaria a partir de las percepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario*, 1491-1496. Recuperado de https://ddd.uab.cat/record/184424.

Skinner, E.A., Chi, U. y The Learning-Gardens Educational Assessment Group. (2012). Intrinsic Motivation and Engagement as "Active Ingredients" in Garden-Based Education: Examining Models and Measures Derived From Self-Determination Theory. *The Journal of Environmental Education*, 43 (1), 16-36. doi: 10.1080/00958964.2011.596856.

Tójar, J. C. (2006). *Investigación cualitativa. Comprender y actuar*. Madrid: Editorial La Muralla.

La enseñanza de las ciencias en lengua extranjera en educación primaria: experiencias para la formación inicial de maestros

Mercedes Ruiz Pastrana y Sandra Laso Salvador

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valladolid

mercedes.ruiz@uva.es

Resumen:

La enseñanza de las ciencias en inglés es una realidad en las aulas de educación primaria de Castilla y León, lo que exige a los maestros en formación ser conocedores de ambas disciplinas. El proyecto Y nace con la finalidad de formar a estos futuros maestros de manera que adquieran las competencias necesarias para llevar a cabo la integración de las dos materias en el futuro ejercicio de su profesión. En este trabajo se recoge una propuesta de intervención, con base metodológica CLIL (*Content Language Integrated Learning*), combinada con diversas metodologías propias de las ciencias naturales.. La temática seleccionada para esta propuesta ha sido el estudio de la energía. Los resultados obtenidos muestran la satisfacción de los futuros maestros implicados en el proceso de implementación así como su capacitación, tanto en el dominio del tema trabajado, como en el de las metodologías utilizadas.

Palabras clave: Aprendizaje de las ciencias; experimentación; aprendizaje cooperativo; trabajo por tareas; indagación guiada.

Introducción y objetivos

La propuesta que presentamos se enmarca en un proyecto de innovación docente multidisciplinar de la Universidad de Valladolid (PID, 2014-2018), *SciencePro*, y tiene como objetivo el desarrollo de competencias específicas en secciones bilingües y currículum integrado de Educación Primaria. Se pretende mejorar la formación de los futuros maestros en centros bilingües para impartir la asignatura *Sciencie* de educación primaria, dándoles a conocer las metodologías más adecuadas y reforzando sus conocimientos científicos a través de tareas prácticas e innovadoras. De esta manera, se pretende que estos docentes en formación reflexionen sobre la práctica, perspectiva ya muy consolidada en este contexto (Jiménez-Pérez, Vázquez-Bernal y Mellado, 2012).

A través de este proyecto, mediante la implementación de las propuestas diseñadas, se persigue una mejora académica en la formación inicial de los futuros docentes de educación primaria en centros bilingües que se reflejará en una mejora de los resultados obtenidos por los alumnos de primaria, ya que son ellos, los destinatarios últimos de este conocimiento. Las propuestas se centran en el conocimiento y uso de las metodologías de enseñanza adecuadas, así como del vocabulario específico de las ciencias naturales en lengua inglesa, a la vez que afianzan sus conocimientos disciplinares.

Como temática se ha seleccionado el estudio de la energía (concepto, tipos, transformaciones, fuentes de energía, etc.) cuyo conocimiento es de gran relevancia para que los futuros docentes adquieran un conocimiento científico del mundo que les rodea y puedan actuar en consecuencia, transmitiéndolo a sus alumnos de primaria.

Contextualización

El contexto de estudio, como se ha señalado anteriormente, es el proyecto Y, proyecto de innovación orientado a dar respuesta a los problemas que han ido surgiendo en la enseñanza de las ciencias en secciones bilingües de educación primaria. En Castilla y León, la asignatura *Science* es una de las que se imparte en inglés de forma obligatoria en dichos centros desde el curso académico 2006-07 y, en muchos casos, el aprendizaje en inglés de las ciencias naturales y conocimiento del medio, ha conllevado un perjuicio en el aprendizaje de los contenidos los disciplinares.

Este proyecto actualmente cuenta con cuatro años de rodaje, que han permitido trabajar diferentes temas de ciencias con grupos de estudiantes. En concreto, la propuesta que aquí se presenta ha sido implementada con un grupo de alumnos de cuarto curso del Grado de Educación Primaria en la asignatura Metodologías de enseñanza en lengua inglesa que, posteriormente, ellos llevarán a las aulas de primaria. La muestra estuvo constituida por 42 alumnos, de edades comprendidas entre 20 y 25 años. Este grupo de estudiantes se caracteriza por presentar una formación previa heterogénea ya que, aproximadamente la mitad de los alumnos proceden de un bachillerato de ciencias (51%) y el resto de ciencias sociales y humanidades (49%).

Marco metodológico

La enseñanza bilingüe, en el caso de la integración de las ciencias y el inglés, no sólo supone beneficios para el aprendizaje de ambas disciplinas sino también para la práctica docente (Canet y Evnistkaya, 2011). La metodología CLIL (Content Language Integrated Learning) o AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lengua Extranjera) alude a las situaciones de aprendizaje en las que una segunda lengua, inglés, es utilizada como lengua vehicular para el estudio de otra disciplina. El éxito de los proyectos CLIL está sujeto a la elaboración de secuencias didácticas integradoras (Hillyard, 2011) y, e este modo, se adquiere, no solo el conocimiento de la materia a estudiar, sino que se incorpora la adquisición de un vocabulario técnico específico y el conocimiento de la terminología de la disciplina en lengua extranjera.

En este estudio se han. diseñado actividades que se realizan a través de tareas secuenciadas que puedan ser trasladadas a las aulas de educación primaria. Todo ello puede permitir una aproximación al nivel de progresión didáctico a seguir para trabajar la temática elegida desde la lengua extranjera.

Consideramos que el procedimiento seleccionado proporciona un acceso directo y óptimo, en cuanto a medios y resultados obtenidos para alcanzar el objetivo establecido. Los recursos metodológicos planteados ya han sido previamente utilizados, pero, para que esta propuesta sea más efectiva, es preciso emplearlos de la manera más acertada. De este modo, puede conseguirse ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos (Luis, 2010; Scott, Asoko y Driver, 1991).

Siendo coherentes con lo anterior, y con el objetivo de una buena formación científica, se precisa: (1) promover una participación activa de los futuros docentes en el aula, teniendo en consideración las ideas previas que poseen; (2) servirse de trabajos prácticos realizados por los maestros en formación que involucren experiencias “de primera mano” y herramientas TIC; y (3) la realización de trabajo cooperativo y formulación permanente de preguntas.

El primero de ellos es el aprendizaje basado en tareas (TDL), también conocido como enfoque por tareas (Willis, 1997; Fernández y Caselatto, 2001). En este recurso metodológico el estudiante gana progresivamente responsabilidad en su aprendizaje a partir de la solución de problemas propios de la profesión que desempeñará en un futuro, hecho que incrementa su motivación. Los estudiantes tienen la posibilidad de aprender, no solo a través de la transmisión de conocimientos por parte del profesor, sino que tienen una posición activa en la construcción de sus conocimientos. El método consiste en organizar la propuesta en torno a un conjunto de tareas que guiarán la presentación de los diferentes contenidos hasta concluir en una tarea final como aplicación del tema trabajado.

Junto con el aprendizaje por tareas se propone el trabajo cooperativo (Ibáñez y Gómez, 2004; Romero, 2007; Vílchez y Gil Pérez, 2011), de manera que las tareas se organizan de forma sistemática para ser realizadas en pequeños grupos de trabajo. En esta modalidad de trabajo, los estudiantes procuran obtener resultados que sean positivos tanto para ellos mismos como para los demás miembros de su grupo, alcanzando objetivos comunes (Johnson, 1999), lo cual es característico de los actuales patrones laborales de cualquier centro educativo. Por ello, esta herramienta les será útil, no solo para su periodo educativo, sino también para su vida laboral dentro de un mundo en el que la interdependencia entre los ciudadanos se acentúa cada vez más.

Aunque ambos pueden proporcionar por sí mismos buenos resultados en la consecución del objetivo planteado, el aprendizaje por indagación proporciona, potencialmente, una mayor garantía de solidez de los resultados obtenidos para el aprendizaje de las ciencias (Sampson, Grooms y Walker, 2011) puesto que los estudiantes descubren por sí mismos el resultado de un experimento, o bien el profesor les guía a la meta del aprendizaje deseado, pero sin hacerlo de forma explícita. Este método presenta como principal ventaja que los estudiantes no se limitan a llevar a cabo experimentos de forma rutinaria, sino que tienen que pensar en los resultados que recogen y en el significado de lo obtenido.

La propuesta de enseñanza

La intervención trabaja tres bloques de contenidos. La distribución de las tareas en sus respectivos bloques se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de trabajo por tareas para los alumnos

El primero, denominado Ideas Previas, es utilizado para conocer el nivel de conocimientos inicial que presentan los maestros en formación, sobre la temática que se va a tratar. La tarea consiste en un debate dirigido mediante preguntas relacionadas con la energía, las formas en que se manifiesta la energía y las fuentes de energía conocidas. Al finalizar el debate, los futuros docentes elaboran un resumen final con las principales ideas y conceptos implicados.

El segundo bloque, denominado Relación Trabajo-Energía, pretende que descubran, a través de cuatro tareas diferentes, el concepto de trabajo y los conceptos de energía mecánica (potencial y cinética).

Mediante las tareas 2 y 3 los maestros en formación a través de la construcción de un molinillo deben explicar cómo la energía se transforma en un trabajo (Figura 2).

Figura 2. Experiencia para explicar concepto de trabajo

Para finalizar, el profesor manipula distintas situaciones para hacer ver a los maestros en formación las propiedades de la energía y sus tipos. En base a lo observado, los alumnos responden las preguntas del profesor.

En la cuarta tarea se pretende deducir el principio de conservación de la energía. Para ello, se indica a los futuros maestros, organizados en grupos, que deben manipular diferentes situaciones en las que se transforma la energía: calentamiento de agua, cochecito a manivela, molinillo de papel, micrófono, bombilla eléctrica, etc.

El tercer bloque de la propuesta denominado Fuentes de Energía, está constituido por diez tareas. Como objetivo, en las tareas 5 a 10 se trabaja para conocer las diferentes energías renovables, mientras que las tareas 11 a 13 pretenden dar a conocer el aprovechamiento de las energías. Se muestra como ejemplo el artilugio construido para la explicación de la energía hidroeléctrica.

Figura 3. Artilugio energía hidroeléctrica

Para concluir, los futuros docentes desarrollan una tarea final que recoge lo aprendido tras la realización de los experimentos anteriores. En esta actividad deben elaborar un mapa conceptual de los términos manejados en el desarrollo de las distintas tareas.

Recogida de datos

La adecuación de las metodologías utilizadas y de las actividades propuestas se evaluó mediante un cuestionario de satisfacción utilizado al finalizar las sesiones. Asimismo, se complementarán estos resultados con los aportados por los maestros-tutores de los centros donde desarrollan el *Practicum* estos futuros docentes. Estos maestros-tutores valoran las destrezas de los alumnos en cuanto a la adecuación de los contenidos y la forma de desarrollo de los mismos, utilizando para ello el informe final emitido una vez concluye el periodo de *Practicum*.

El cuestionario consta de 11 preguntas, de las cuales 4 son de tipo test, y el resto son preguntas abiertas.

Resultados y reflexiones finales

Con el propósito de conocer la eficacia de las metodologías empleadas, así como las percepciones y preferencias de los futuros docentes con respecto a las mismas, a continuación se muestran los resultados del cuestionario y se analizan los datos obtenidos. Los resultados de la evaluación del Practicum no se han podido analizar dada su reciente finalización.

El grado de satisfacción mostrado por los futuros maestros con respecto a las experiencias trabajadas ha sido muy elevado. Cerca del 75% de los participantes está altamente satisfecho, y solo un 3% nada satisfecho.

Respecto a la comparativa del proceso seguido, con la metodología tradicional, el 100% de los futuros docentes encuestados indicaron que ha sido mucho más interesante y divertido. En el apartado dedicado a observaciones sobre la metodología seguida, más del 80% de los estudiantes considera que este tipo de prácticas conlleva mayor trabajo para el docente, aunque reconocen que tiene mayor aplicación práctica y lleva a un mejor conocimiento del fenómeno estudiado.

El análisis del nivel de acuerdo de los futuros maestros con la forma de trabajar muestra que el 94% de los encuestados considera que se facilita la asimilación de los contenidos con las experiencias presentadas. Asimismo, se recogen datos sobre el ritmo de ejecución del trabajo. Cerca del 80% de los participantes opina que el ritmo seguido en clase es el adecuado, sin embargo, el resto de docentes en formación considera que la ejecución requiere de un mayor tiempo para la asimilación de lo observado y el establecimiento de las pertinentes conclusiones.

El análisis de las ideas de los maestros en formación respecto al trabajo cooperativo, empleado en todas las tareas, señala los beneficios de este tipo de trabajo. Así, el 93% de los estudiantes consideran que esta metodología facilita el proceso de aprendizaje; mientras que el resto opina que el trabajo grupal es agradable y entretenido, pero que difícilmente posibilita la adquisición de conocimiento.

Otro aspecto a destacar, aparte del aprendizaje de los contenidos de ciencias, de su terminología específica en lengua inglesa y de las diferentes metodologías empleadas, es que los futuros docentes son conscientes de los avances que se van obteniendo en los procesos de aprendizaje.

No obstante, se evidenció por parte de los alumnos una mayor predilección por el aprendizaje del vocabulario específico en lengua inglesa y la parte práctica , dejando en segundo plano la correcta explicación del hecho científico observado.

Referencias bibliográficas

Canet, P. y Evnitskaya, N. (2011) Rethink, rewrite, remake or learning to teach science through English. A Escobar Urmeneta, C. et al. (Eds.*), AICLE-CLIL-EMILE educació plurilingüe: Experiencias, research & polítiques*, pp. 167-177. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

Fernández, S. y Caselatto, M. (2001*). Tareas y proyectos en clase: español lengua extranjera (Vol. 3).* Editorial Edinumen.

Hillyard, S. (2011). First steps in CLIL: Training the teachers. *Latin American Journal of Content & Language Integrated Learning*, *4*(2), pp.1-12. DOI:10.5294/laclil.2011.4.2.1 ISSN 2011-6721

Ibañez, V. y Gomez, I. (2004). ¿Qué pasa cuando cooperamos? hablan los alumnos. *Investigación en la escuela*, 54,69-79.

Jiménez-Pérez, R., Vázquez-Bernal, B. y Mellado, V. (2012). Teaching as Integration Theory – Practice. Obstacle for the Professional Development: The Case of a Science Teacher. En Robert V. Nata (Ed.) *Progress in Education*, 28, pp. 1-41. New York: Nova Science Publishers

Johnson, D (1999*).* Los nuevos círculos del aprendizaje la cooperación en el aula y la escuela*,* Argentina. Ed. Aique S.A.

Luis, M.C. (2010). Enseñanza de las ciencias naturales. Acercarse a la naturaleza. *Aula de Innovación Educativa*, 195,42-46.

Romero, C. (2007). Como aprender y enseñar biología utilizando aprendizaje cooperativo. Séptima jornada sobre aprendizaje cooperativo. Valladolid. GSIC.

Sampson, V., Grooms, J. y Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education, 95*, 217-257.

Scott, P. H., Asoko, H. M. y Driver, R. H. (1991). Teaching for Conceptual Change: a Review of Strategies. En R. Duit, F. Goldberg, H. Niederer (ed.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Proceedings of an International Workshop.

Vilches A. y Gil Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún refutada. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales 69*,73-79.

Willis J. (1997). A Framework for Task-Based Learning, Un marco para el Aprendizaje Basado en Tareas. Longman.

Diseño de secuencias didácticas competenciales en la formación inicial del profesorado de física y química

Fina Guitart, Carolina Pipitone y Marina Castells

Departament d'Educació Lingüística i Literària i de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica. Facultat d'Educació. Universitat de Barcelona

fina.guitart@ub.edu

Resumen:

Se presentan las características de un módulo de 12 h presenciales para iniciar a los alumnos del máster de profesorado de física y química en la elaboración de secuencias didácticas con enfoque competencial (SDc) y la investigación realizada a partir del análisis de las ideas iniciales de los alumnos, de las características de las SDc que diseñaron, y de un cuestionario de valoración. La metodología utilizada en el módulo se basa en la práctica reflexiva adaptada a la formación inicial del profesorado. Los resultados muestran el progreso en los aprendizajes. Los alumnos se apropian del modelo de SDc, de los elementos de su diseño, y de las ideas básicas para la secuenciación de actividades. El análisis del cuestionario de valoración informa sobre la percepción del módulo por parte de los alumnos, que consideran muy adecuado y útil, de las dificultades detectadas, y las posibles mejoras.

Palabras Clave: Secuencias didácticas; enfoque competencial; formación inicial profesorado; secundaria; física y química.

Introducción

La elaboración de secuencias didácticas requiere activar conocimientos y competencias que comienzan a desarrollarse en las clases del máster y que se completan a lo largo de toda la trayectoria profesional.

Desde el curso 2015-16, para iniciar a los alumnos en la tarea de elaboración de secuencias didácticas que implementarán en los centros, se incluye en la asignatura Prácticas 2, un módulo orientado a la planificación de secuencias didácticas competenciales (SDc). La programación del módulo y las actividades que en él realizan los alumnos se han ido optimizando en los tres últimos cursos a partir del análisis y valoración de las producciones de los alumnos (características de las SD diseñadas), la valoración del módulo por parte de los alumnos, y la valoración y propuestas de mejora del profesorado del módulo. En esta comunicación se presentan y valoran los resultados del módulo del curso 2017-18.

Marco teórico

¿Por qué secuencias didácticas con enfoque competencial?

El aprendizaje de contenidos y el desarrollo de competencias tienen sentido si se usan para resolver situaciones problemáticas, para actuar y/o decidir en contextos personales o sociales, relevantes o genuinos. Los estudiantes deberán ser capaces de transferir el conocimiento construido en un contexto a otras situaciones del mundo real (Gilbert, Bulte y Pilot, 2011).

Una de las características de los aprendizajes competenciales es su relación con la enseñanza de las ciencias basado en el contexto (CBSE), puesto que este enfoque didáctico conecta los conceptos con contextos del mundo real, y favorece el aprendizaje sea significativo para los estudiantes, a la vez que pretende desvelar interés y motivación (King, 2012).

Las pruebas PISA (OECD, 2016) evalúan competencias y desde sus inicios han contribuido a una transformación de la orientación de la enseñanza que tiene mucho más en cuenta cómo es el alumno —y su desarrollo como persona social, que debe estar preparada para actuar en el mundo—que los conocimientos que pueda tener desconectados del mundo real.

Por lo tanto, consideramos necesario que la formación de inicial prepare a los futuros profesores para ser capaces de generar situaciones de aprendizaje que tengan en cuenta el enfoque competencial para formar ciudadanos alfabetizados científicamente y competentes para vivir en la sociedad del conocimiento y del cambio constante. Y por ello, proponemos incluir en esta formación el marco teórico y la práctica de la elaboración de secuencias didácticas competenciales (SDc).

¿Qué modelo de secuencia didáctica competencial SDc construimos con los alumnos?

Nuestros alumnos en formación, antes de la realización del módulo, no han trabajado de manera específica el diseño de situaciones de enseñanza-aprendizaje, como son las secuencias didácticas, y en concreto las SDc. Entendemos como SDc aquellas secuencias didácticas que preparan para una actuación significativa en contextos de relevancia, con un conocimiento científico central (Couso, 2013).

El diseño de secuencias didácticas con enfoque competencial (SDc) requiere decidir *qué* queremos que aprendan los alumnos, *para qué* lo tienen que aprender y *cómo* queremos que lo aprendan, además de tener en cuenta *quién*, es decir, las características del alumnado (Couso, 2013). En el módulo que se presenta utilizamos el diagrama que muestra la figura 1 para iniciar a los alumnos en la planificación de las SDc.

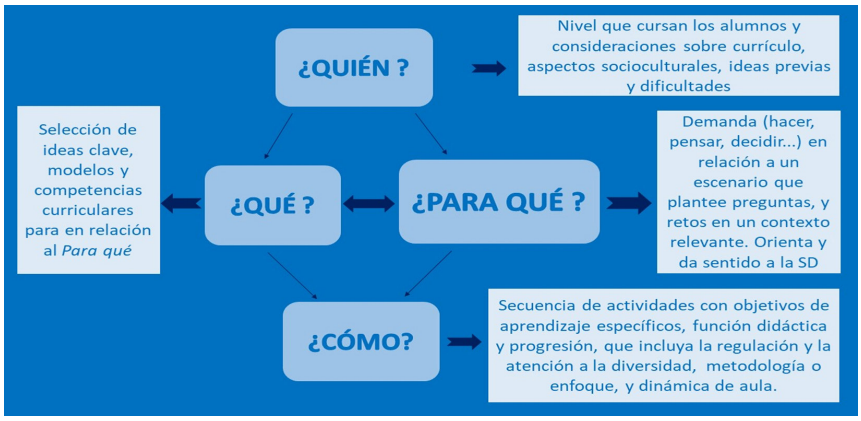


Figura 1. Diagrama de elementos clave para el diseño de una SDc

Objetivos

Los objetivos de la investigación son:

- identificar las ideas iniciales de los alumnos y valorar el progreso en sus aprendizajes a partir del análisis de las características de las SD diseñadas durante el módulo
- identificar y valorar las dificultades de los alumnos en el proceso de diseño de SDc
- analizar la percepción de los alumnos respecto a la contribución del módulo en el desarrollo de la competencia profesional en el proceso de elaboración de SDc

El objetivo del módulo de diseño de secuencias didácticas competenciales (SDc), durante el cual se han recogido los datos que se analizan en este trabajo, es desarrollar en el alumnado la competencia profesional en el proceso de elaboración de SDc.

Metodología

Metodología del módulo

La metodología del módulo está basada en el modelo de formación de práctica reflexiva adaptado a la formación inicial. Parte de las ideas de los estudiantes que avanzan por su contraste con ejemplos de aula y marco teórico, compartiendo ideas entre iguales y con el rol del docente como mentor y guía que acompaña el proceso de cambio y mejora (Tigchelaar y Korthagen, 2004; Guitart, Domènech y Oro, 2009). Como ejemplo de SDc se utilizó la secuencia "Las propiedades acústicas de los materiales" (Couso, Hernández y Pintó, 2009).

El seminario ha tenido una duración de 12 horas presenciales (3 sesiones quincenales de 4 horas cada una) además de trabajo autónomo entre sesiones. La primera actividad (SD1) fue reflexionar, en grupos de 3 o 4 (7 grupos), sobre qué tener en cuenta y qué pasos seguir para planificar sus clases incluyendo contenidos del apartado “La materia” de 2º de la ESO. A lo largo del módulo, los alumnos diseñaron las SDc en grupos de 4-5 alumnos (5 grupos) de manera que diseñaron un total de cinco SDc, que se utilizaron como evidencias de aprendizaje para valorar el progreso de los alumnos. Cada grupo elaboró 3 versiones de SDc: SD2 (versión inicial de diseño de la SDc), SD3 (versión mejorada de diseño de la SDc) y SD4 (versión final con la panificación del *cómo*). En SD2 los alumnos tenían que definir el *qué,* el *para qué* y el *quién*, y en cuanto al *cómo* solamente proponer un par de actividades y alguna consideración sobre la dinámica de aula. En SD3 se dio a los alumnos la oportunidad de mejorar el primer diseño, redactar el objetivo global y poner un título a la SD, sin ampliar el *cómo*. En SD4 se pidió la planificación del *cómo* y los alumnos tuvieron la oportunidad de volver a modificar lo que consideraran de las versiones anteriores. Tenían que proponer una secuencia de actividades, su objetivo de aprendizaje, su situación y función en la estructura de la SDc, hacer una propuesta de regulación y criterios de evaluación, y proponer algunas estrategias de atención a la diversidad. La tabla 1 muestra las actividades que se realizaron a lo largo del módulo, entre la actividad inicial de detección de ideas previas (SD1) y las producciones SD2, SD3 y SD4 diseñadas por cada grupo.

Tabla 1. Relación de actividades entre los sucesivos diseños de SDc

Entre SD1 y SD2	Análisis de un ejemplo de SDc utilizando la rúbrica con los elementos de una SDc Aportación de las ideas clave de marco teórico de SDc Autoevaluación de SD2 con una rúbrica con los elementos de una SDc
Entre SD2 y SD3	Coevaluación de SD2 entre grupos con la rúbrica con los elementos de una SDc Feedback entre grupos e incorporación de las mejoras Presentación de la propuesta SD3 en el grupo clase
Entre SD3 y SD4	Análisis de un ejemplo de SDc con indicadores de riqueza competencial Revisión y ampliación de marco teórico de SD

Metodología de la investigación

La muestra de la investigación es el grupo clase de los alumnos de máster de la especialidad de Física y Química del curso 2017-18 (n=23).

El primer instrumento que se utilizó para la recogida de datos tiene como objetivo detectar las ideas iniciales del grupo clase. Los datos analizados son los de la producción SD1. Los datos recogidos se analizan identificando y agrupando los aspectos que los alumnos proponen tener

en cuenta en la planificación de las clases y de los contenidos y el número de grupos que los ha propuesto. De esta manera se obtiene una "radiografía" del punto de partida a nivel de grupo.

El segundo y principal instrumento para la recogida de datos son los diseños de SDc (SD2, SD3 y SD4) que los alumnos libraron como tareas en el campo de comunicación virtual (moodle) Estas producciones se analizaron con un instrumento con indicadores elaborados en base al marco teórico de SDc y a la categorización de las respuestas de los alumnos. Con este instrumento se analizan las 3 versiones del diseño de SDc de cada grupo. La tabla 2 muestra los aspectos considerados en el análisis de las producciones (SD2, SD3 y SD4). Algunos de los aspectos (*) sólo se utilizaron en el diseño final (SD4).

Tabla 2. Aspectos a considerar en la elaboración de la tabla de indicadores

Elemento	Aspectos a considerar en el análisis de las SDc
Qué	Selección coherente de contenidos curriculares Selección coherente de las competencias curriculares Incorporación de contenidos de naturaleza de la ciencia
Para qué	Grado/tipo de contextualización Formulación de una demanda que orienta la secuencia Formulación de una situación problema o controvertida o un reto Justificación del *Para qué* (por qué del *Para qué*) Nivel de concreción y claridad de la redacción del *Para qué*
Quién	Grado de detalle en la descripción del grupo clase Especificación de los contenidos que los alumnos han de saber antes Consideración de las concepciones alternativas y las dificultades de aprendizaje
Título de la SDc	En relación al Qué, al *Para qué,* o a ambos
Objetivo global (OG)	Grado de incorporación del *Qué*, del *Para qué* o de ambos en la definición del OG y nivel de concreción y claridad de la redacción del OG
Cómo * Sólo en SD4	Metodologías centradas en el profesor (clases magistrales) / en el alumno (actividades) Secuenciación por contenidos / ciclo de aprendizaje, indagación… (función didáctica) Propuesta de dinámicas de aula interactivas, comunicativas, trabajo en grupo… Coherencia, grado de concreción e idoneidad de los objetivos de aprendizaje* Incorporación de la metarregulación / herramientas de evaluación diversas* Consideración de estrategias de atención a la diversidad*

El tercer instrumento de recogida de datos fue un cuestionario de valoración del módulo para detectar la percepción de los alumnos. Las preguntas que se formulaban en el cuestionario tenían el objetivo de que los alumnos reflexionaran e hicieran un análisis crítico sobre el módulo. El análisis se realizó en base a los % de alumnos que lo consideraron necesario, y de su grado de satisfacción (de 1 a 5), así como a la categorización de las respuestas a preguntas abiertas del cuestionario, en las que se detectó qué aspectos consideraron adecuados y qué aspectos modificarían.

Resultados

Los estudiantes participaron activamente en las tres sesiones y se involucraron completamente en todas las actividades propuestas, tareas y discusiones.

A) El resultado del análisis de la recogida de datos en la actividad de ideas previas (SD1) muestra que los elementos que más frecuentemente han tenido en cuenta los alumnos son: 1) Contenidos y competencia (*Qué*), 2) Temporización y distribución de contenidos, 3) Recursos disponibles, 4) Evaluación, 5) Alumnado (*Quién*) y 6) Metodología (trabajo en equipo, dinámicas interactivas). Ningún grupo consideró el *para qué* en la planificación de la situación de aprendizaje, es decir, no tuvieron en cuenta la idea de funcionalidad del conocimiento, característica clave del enfoque competencial. Tampoco hubo ninguna aportación referida a la estructuración de las actividades como un ciclo de aprendizaje, de modelización, u otro. Simplemente consideraban distribuir los contenidos por sesiones.

B) Los resultados del análisis de los diseños de SDc (SD2, SD3 y SD4) muestran en todos los grupos un progreso en el planteamiento de la SDc. Los aspectos más relevantes son una importante mejora entre su idea inicial de como planificar las clases y los contenidos (SD1) y el primer diseño de SDc (SD2), y que los alumnos continuaron el progreso consolidando y ampliando sus aprendizajes en SD3 y SD4. La mayor parte de las secuencias (3/5) presentó ya en SD2 el *para qué*, con contextos y demandas coherentes que podían ser atractivas para los alumnos. Los demás grupos (2/5) no incorporaron un *para qué* en el diseño de sus producciones, por no considerarlo imprescindible, y propusieron a modo de contexto algunas actividades con ejemplos de fenómenos de la vida cotidiana. Estos alumnos, aunque se apropiaron del marco teórico de SD, lo incorporan a sus diseños solo de manera parcial. Los diseños finales (SD4) de las tres secuencias que han incorporado el *para qué* son los que desarrollaron el *cómo* mejor y de manera más completa. En la mayoría de las producciones finales (SD4) la estructura sigue un ciclo de aprendizaje y los objetivos de aprendizaje están bastante bien formulados. Todas las SD3 i SD4 incorporan actividades de regulación de los aprendizajes, pero en ningún caso propuestas de la atención a la diversidad.

Estos resultados son comparables a los del módulo realizado curso 2016-17 (n=10) en el cual se utilizaron los mismos instrumentos de recogida de datos a partir de las tres versiones de SDc diseñadas por cada uno de los 4 grupos de trabajo. En 2 de las primeras producciones (equivalente a SD2) no se incorporó el contexto y en el diseño mejorado (equivalente a SD3) tres de las cuatro SDc incorporaban de manera adecuada el *para qué* (Guitart y Castells, 2017).

C) Los resultados del cuestionario de valoración final ponen de manifiesto la percepción de los alumnos. Es de destacar que todos los alumnos (100%) consideran necesario y útil el módulo. La valoración fue 4/5 en un 63,1%, 3/5 en un 21,0% y un 5,3% para cada una de las puntuaciones 5/5, 2/5 y 1/5. La puntuación global fue de un 3,6/5. En las respuestas abiertas, los alumnos consideraron muy enriquecedora la retroalimentación entre iguales y el hecho de poner a prueba su capacidad de comunicación para presentar y argumentar sus diseños al resto de la clase; así como la autoevaluación y coevaluación entre grupos con ayuda de una rúbrica. La mayoría destaca que el módulo tuvo una estructura y gestión convenientes, mientras que algunos consideran que se dedicó demasiado tiempo a algunas actividades y poco a otras. También valoran que el módulo les generó demasiado trabajo, que se solapó con otras tareas que en aquellos momentos también tenían que atender.

Conclusiones

A) En cuanto al objetivo del módulo: desarrollar en el alumnado la competencia profesional en el proceso de elaboración de SDc.
Podemos afirmar que la competencia de los alumnos evolucionó en gran medida desde el inicio al final del módulo y que alumnos se apropiaron de las características de las SDc así como de estrategias para su elaboración. El progreso en el diseño de SDc fue mayor en unos alumnos que en otros, así como con distintos ritmos. Hay que considerar que los alumnos tienen la oportunidad de seguir desarrollando esta competencia cuando elaboran las secuencias didácticas para implementar en los centros, y la tendrán sin duda en su vida profesional.

B) Referente al objetivo de la investigación: identificar las ideas iniciales de los alumnos y valorar el progreso en sus aprendizajes a partir del análisis de las características de las SD diseñadas durante el módulo.
La actividad para identificar las ideas previas permitió analizar sólo las ideas globales del grupo clase, puesto que no se recogieron ideas previas individualmente ni en grupo. Se constató que al inicio (SD1) ninguno de los grupos tuvo en cuenta el contexto ni la funcionalidad (*para qué*); mientras que en SD2, la mayoría de los grupos ya lo incorporó en sus SDc. La evolución entre SD2, SD3, SD4 fue siempre positiva pero diversa entre grupos. Los grupos se apropiaron de las características del diseño de SDc y se fueron consolidando los aprendizajes.

La mayoría propuestas finales (SD4) contemplan una secuencia de actividades medianamente estructuradas según un ciclo aprendizaje y los objetivos de aprendizaje bastante bien definidos. Generalmente incorporan actividades de regulación, pero en ningún caso contemplan propuestas de atención a la diversidad.

C) Respecto al objetivo de la investigación: identificar y valorar las dificultades de los alumnos en el proceso de diseño de SDc.
A partir del análisis de las producciones de los alumnos se puso de manifiesto que la mayor dificultad detectada fue la dificultad de compartir el lenguaje específico que se utiliza en el diseño de secuencias. En un principio les fue difícil apropiarse de la idea y la manera de expresar el *para qué* y el objetivo global (o competencia global) de la secuencia.

D) En cuanto al objetivo: analizar la percepción de los alumnos respecto a la contribución del módulo en el desarrollo de la competencia profesional en el proceso de elaboración de SDc.

Podemos concluir que la percepción de los alumnos fue en todos los casos positiva. Todos los alumnos consideraron muy útil la realización del módulo y en general su estructura, metodología y contenidos. Destacaron la dinámica de las sesiones (trabajo individual, en grupo y a nivel de clase) que favoreció la cooperación y la interacción, así como el tipo de actividades que les permitieron evolucionar en sus aprendizajes. Entre los elementos de reflexión y mejora, los alumnos sugirieron aspectos relacionados con la temporización, el momento del curso en que se impartió el módulo y la optimización del trabajo realizado.

Estas conclusiones, junto con la valoración de los profesores, se utilizarán como retroalimentación para incorporar cambios para la mejora en el próximo curso.

Referencias bibliográficas

Couso, D., Hernández, M.I., Pintó, R. (2009). Las propiedades acústicas de los materiales: Una propuesta didáctica de modelización e indagación sobre Ciencia de Materiales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 59,* 66-78.

Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 74*, 12-24.

Gilbert, J. K.; Bulte, A.M.W.; Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in Context-Based science education. *International Journal of Science Education, 33*(6), 817-837.

Guitart, F.; Domènech, M.; Oro, J. (2009). Un curso de formación centrado en la gestión de actividades mbl y basado en la reflexión sobre la práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, *Número Extra*, 1158-1161. VIII *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona. http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1158-1161.pdf

Guitart, F.; Castells, M. (2017). Design of competencial teaching-learning sequences in pre-service secondary science teachers. *Book of abstracts of 7 th EuroVariety European Variety.* Serbian Chemical Society. Belgrad. ISBN 978-86-7132-065-8

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, *48*(1), 51-87.

OECD (2016), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy, PISA, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en

Tigchelaar, A. y Korthagen, F. (2004). Deepening the exchange of Student teaching experiences: implications for the pedagogy of teacher education of recent insights into teacher behaviour. *Teaching and teacher Education, 20*, 665-679.

Análisis de prácticas educativas desde la mirada del profesor. Una experiencia formativa a través del formato audiovisual

María Gabriela Lorenzo y Irene Cambra Badii

Centro de Investigación y Apoyo a la Investigación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires – CONICET

glorenzoffyb@gmail.com

Resumen

El desarrollo profesional de los profesores es una actividad compleja donde se integran múltiples y variados conocimientos. Se presenta el estudio de las posibles articulaciones entre el conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencia con la interrogación de los aspectos éticos que atraviesan las situaciones de enseñanza. Se aplicó una investigación acción que combinó herramientas metodológicas de la ética (el cuestionario REST) y del análisis del discurso para el análisis de una clase presentada en formato audiovisual. En las respuestas se evidenciaron las problemáticas relacionada con la competencia docente; no obstante, sólo las cuestiones éticas más evidentes fueron detectadas. Se plantea entonces, la necesidad de una mayor descripción de las interrelaciones entre el conocimiento del profesor y la dimensión ética de la enseñanza.

Palabras clave: formación de profesores; didáctica de la ciencia; formato audiovisual; sensibilidad ética.

Introducción

Las ciencias experimentales y la tecnología se encuentran permanentemente en procesos de cambios y transformación. Es por ello que tanto los docentes universitarios como los profesores de escuela secundaria necesitan actualizarse (Zúñiga, Leiton y Naranjo, 2014).

En el marco de una capacitación tendiente formar recursos humanos reflexivos, con actitud crítica y compromiso para tomar decisiones sobre la transformación educativa, en los diferentes niveles del sistema educativo, se implementó una actividad para promover la conformación de comunidades de aprendizaje docente (Liesa, Castelló y Becerril, 2018). La actividad interroga acerca de la mirada del docente sobre diferentes cuestiones características de las prácticas educativas con el fin de comprender los procesos que intervienen en el aprendizaje de las ciencias experimentales. Se proyectó un recurso audiovisual en el contexto de una secuencia didáctica. Así, pudieron explicitarse concepciones de los profesores a partir del análisis crítico de la clase de "otro" derivando en la reflexión sobre la propia práctica. Se presentan aquí los resultados de su implementación.

Fundamentación

El desarrollo profesional de los profesores es una empresa que requiere la integración de instancias metacognitivas atendiendo tanto a los aspectos personales, disciplinares, contextuales

como a la propia práctica (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007). Para poder enseñar su asignatura, el profesor recurre a un conocimiento complejo que ha ido construyendo a lo largo de su vida, a partir de su experiencia escolar y su trayectoria académica. En ese conocimiento se combina la formación disciplinar con conocimientos de otra naturaleza (históricos, epistemológicos, sociales, contextuales, curriculares, institucionales y pedagógicos. Es un conocimiento al que Shulman (1986) denominó Conocimiento Didáctico del Contenido –CDC– (Garritz, Lorenzo y Daza, 2014) y es el que permite a los profesores transponer el conocimiento disciplinar en un conocimiento enseñable para un determinado grupo de alumnos. Sin embargo, hasta ahora el conocimiento ético necesario para la práctica docente ha permanecido ausente.

Recientemente, hemos comenzado a indagar las posibles articulaciones entre las cuestiones propias de los dominios de conocimiento de las ciencias experimentales, los aspectos de naturaleza de la ciencia (Faikhamta, 2013; Lederman, Antink y Bartos, 2012) y los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (Ruiz, Solbes y Furió, 2013) con la interrogación de los aspectos éticos que atraviesan las situaciones de enseñanza (Bolívar, 2005). Una estrategia metodológica que permite exponer cuestiones éticas para poder explicitar las propias intuiciones y reflexionar sobre ellas, la proporciona el formato audiovisual. Éste permite una indagación reflexiva sobre cuestiones educativas, aplicable al estudio de las situaciones de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (García, 2008; Petit y Solbes, 2012) siendo un recurso invaluable en la formación de profesores.

Metodología

El objetivo de este estudio es describir las concepciones éticas de los docentes, puestas en juego durante las prácticas educativas a partir de la utilización de una herramienta que permite analizar los grados de sensibilidad ética desde la perspectiva de la investigación-acción (Nussbaum, 2017).

Participaron voluntariamente 19 profesores de escuela secundaria y de universidad del área de las ciencias experimentales que se encontraban realizando estudios de posgrado.

Se seleccionó el vídeo “Clase de matemáticas”, correspondiente a la herramienta de investigación Racial and Ethical Sensitivity Test (REST) proveniente de los estudios sobre cuestiones éticas según su potencial grado de detección (Michel Fariña y col., 2008, Rest, 1979) (Tabla 1). El vídeo, de 4 minutos de duración, expone la situación un profesor con una larga trayectoria en la enseñanza de matemática avanzada que debe hacerse cargo de un curso básico en presencia de la directora del departamento de matemática.

Tabla 1. Características de la herramienta REST

Ítem	Escena incluida en el vídeo	Componente de sensibilidad ética
1	Falta de autoevaluación del Prof. Ross	Integridad, competencia
2	Falta de información del Prof. Ross sobre la enseñanza	Competencia, integridad
3	Falta de respeto del Prof. Ross por sus alumnos	Respeto por los derechos y la dignidad de los demás, responsabilidad profesional.
4	Tratamiento diferencial del Prof. Ross para los estudiantes basado en la raza	Integridad, respeto por los derechos y la dignidad de los demás.
5	Trato diferencial del Prof. Ross basado en el género	Integridad, respeto por los derechos y la dignidad de los demás.
6	La responsabilidad de la Prof. Cruz de confrontar al Sr. Ross	Responsabilidad profesional, preocupación por el bienestar de los demá).

Luego de la proyección del vídeo se aplicó el cuestionario REST. La muestra quedó conformada por el corpus de respuestas individuales. Por último, se planteó un debate en plenario para el intercambio de opiniones a partir de las respuestas brindadas anteriormente en relación con los contenidos del curso y promoviendo la reflexión sobre la propia práctica (Cuadro 1).

Las respuestas fueron analizadas desde una perspectiva cuali-cuantitativa. a) Se empleó la categorización de la herramienta REST para describir los aspectos generales de la sensibilización ética (Brabeck y col., 2000) con tres niveles de sensibilidad (1: no detecta; 2: sólo detecta; 3: reconoce complejidad). b) Mediante el análisis de contenido (Bardin, 1996) buscando clasificar los elementos constitutivos de las líneas argumentales establecidas en sus respuestas.

Cuadro 1. Cuestionarios escritos

Cuestionario herramienta REST
1. El Prof. Ross finaliza diciendo: "Esta no es una clase de matemática avanzada. Pero pienso que estoy haciendo progresos con ellos ¿no lo cree?" Ahora imagine que Ud. es Marisa Cruz, la directora del departamento de matemática que observa la clase. ¿Qué le respondería al Prof. Ross? 2. ¿Cómo piensa Ud. que reaccionaría el Prof. Ross ante lo que usted le dice? 3. ¿Cómo cree Ud. que los estudiantes reaccionarían ante su comentario al Prof. Ross? 4. ¿Qué situaciones o hechos que aparecen en la escena le parece a Ud. que son cuestionables para un docente?
Cuestionario para el análisis de las prácticas educativas
– ¿Qué aspectos del video les llamaron más la atención? – ¿Qué elementos estaban presentes? ¿Podemos relacionarlos con algo que ya hayamos visto (en el desarrollo del curso)? – ¿Qué importancia se le asigna en el video al tema de la clase?

Resultados y discusión

La mayoría de los elementos problemáticos presentados en la situación fueron detectados en un 50% con un escaso o nulo nivel de profundización. Los ítems referidos a la discriminación por raza, por género y a la responsabilidad de la supervisora al presenciar la clase del Prof. Ross, no fueron reconocidos en la mayoría de las respuestas (ítems 4= 89,47%; 5= 94,73%; 6= 100%). Los resultados evidenciaron diferencias importantes entre los primeros tres ítems y los segundos para los cuales se requiere mayor grado de sensibilidad.

El análisis del contenido permitió la categorización a partir de diversos ejes del desarrollo argumentativo. Se presentan algunos ejemplos entrecomillados extraídos de las respuestas:

- Cuestiones relacionadas al trato con los alumnos y la situación en el aula, señalando que el docente desconoce el mal clima de trabajo que genera. Algunas respuestas comentaron la falta de autocrítica del profesor, quien trata de irrespetuosos a los alumnos cuando es él quien lo hace. Además, exige conocimientos que ni siquiera enseña: "No se da cuenta que sus alumnos no entienden y además supone que está realizando grandes avances".
- Relación docente-alumno. Se detectó, un tono de autoritarismo y soberbia en la posición del profesor como quien detenta un saber absoluto dejando a los alumnos en un lugar pasivo de escucha atenta, carente de motivación para el aprendizaje a la vez que desalienta la participación. Esta actitud también va en detrimento de la posibilidad de enseñar realmente: "La distancia del docente como centro de acumulación de conocimiento y el alumno en situación pasiva".

– Dimensión curricular. Se evidenció una disyunción entre el conocimiento de los contenidos y el modo en que se enseñan durante la clase. Esto mostró que el conocimiento disciplinar si bien es necesario, resulta insuficiente para un buen desarrollo del conocimiento didáctico del contenido. En esta línea, se encontró una crítica a la forma demasiado compleja de enseñar del Prof. Ross y al tipo de explicación dada durante la clase; en contraposición a sus altas expectativas sobre el aprendizaje de sus estudiantes, atribuyendo el fracaso exclusivamente a ellos: "No realiza un análisis didáctico de los contenidos y por el modelo expuesto, da la impresión de que no se traspuso el contenido".

– Procesos de enseñanza y de aprendizaje. Las respuestas mostraron que un buen nivel de conocimiento disciplinar del docente debe ir acompañado de estrategias de enseñanza apropiadas que promuevan el aprendizaje de los estudiantes. Al respecto mencionaron la utilización de recursos didácticos como la pizarra, la atención a las preguntas de los estudiantes, las estrategias comunicativas propias del registro conversacional del docente, la falta de organizadores, la no recuperación de conocimientos previos y la simulación dialógica como forma privilegiada de comunicación: "Saltar la explicación previa y comenzar a resolver situaciones problemáticas, que terminan siendo descontextualizadas para los alumnos y pueden generar frustraciones".

– Las cuestiones éticas de la enseñanza aludieron principalmente a tres ejes:

  • Subestimación a los estudiantes: el docente tiene el preconcepto de que los alumnos no entienden y no poseen los conocimientos adecuados. Los culpa del fracaso de la clase sin revisar su metodología pedagógica: "El Prof. Ross es un sujeto que subestima a sus estudiantes, no valora sus aportes". "Cuando hacen una pregunta se los toma de inútiles".

  • Intolerancia y autoritarismo: el docente adopta una posición de superioridad ante los estudiantes y no los trata con respeto: "No dar la posibilidad de diálogo a los alumnos para la expresión de pareceres que puedan favorecer la relación docente-alumno".

  • Discriminación: el profesor realiza juicios de valor sobre los alumnos, hace chistes sobre sus vidas personales basándose en su origen social: "utilizar irónicamente situaciones cotidianas que apelan a una imagen social negativa cargadas a sus alumnos".

Las respuestas parecieran asociar la falta de conciencia sobre los valores y prejuicios del Prof. Ross con las consecuencias que el trato del docente hacia los alumnos podría acarrear en el clima de trabajo en el aula. No resultó explícito en ninguna de las respuestas que ello esté vinculado a la integridad del docente, ni se mencionó que la falta de consciencia del Prof. Ross sobre sus propios prejuicios requiera ser abordada, teniendo en cuenta la complejidad de la cuestión. Tampoco relacionaron este hecho con cierta deficiencia en las competencias pedagógicas del docente.

Por otro lado, la gran mayoría de las respuestas detectaron la falta de criterio en la selección del contenido de enseñanza expuesto como cierta falencia en el proceso de enseñanza. Esto da cuenta de la responsabilidad del docente, en tanto no prepara la clase atendiendo a los contenidos del curso, ni utiliza recursos adecuados para suplementar la explicación.

Conclusiones y perspectivas

Los resultados provenientes de la metodología cuantitativa REST y el análisis discursivo de carácter cualitativo, mostraron de manera convergente que los profesores participantes de la actividad fueron capaces de explicitar cuestiones características de las prácticas educativas, pero no lograron detectar cuestiones conectadas con los dilemas éticos presentes ex professo en el material. La sensibilidad a las cuestiones éticas se encontró principalmente asociada a lo peda-

gógico en tanto algunas de las categorías propuestas por el REST involucran explícitamente las competencias del docente. Si bien, se lograron identificar las cuestiones éticas más evidentes, aquellas de mayor complejidad permanecieron indetectables. Esto conduce al interrogante sobre las distintas formas en que se imbrica el conocimiento de los profesores con la dimensión ética de la enseñanza.

La reflexión final realizada durante el debate en plenario expuso las diferentes circunstancias en que los conflictos éticos atraviesan los contextos escolares y la falta de conocimientos que le permitan empoderarse y tener estrategias enactivas para operar sobre ellas.

En definitiva, el conocimiento profesional de los docentes es un conocimiento aún más complejo que lo que define el modelo del CDC y requiere ser descripto y comprendido de manera holística y multidimensional, para lo cual las instancias de capacitación resultan un escenario privilegiado para profundizar en esta problemática.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco de los subsidios CONICET PIP Nº 11220130100609CO (2014-2016), UBACYT (2014-2017) Nº 20020130100073BA y ANPCYT-FONCyT PICT-2015-0044 (2016-2018).

Referencias

Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Bolívar, A. (2005). El lugar de la ética profesional en la formación universitaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *10(24),* 93-123.

Brabeck, M. M., Rogers, L. A., Sirin, S., Henderson, J., Benvenuto, M. y Weaver, M. (2000). Increasing Ethical Sensitivity to Racial and Gender intolerant in Schools: Development of the Racial Ethical Sensitivity Test. *Ethics & Behavior 10(2),* 119-137.

Faikhamta, C. (2013). The development of in-service science teachers' understandings of and orientations to teaching the nature of science within a PCK-based NOS course, *Research in Science Education*, *43*, 847–869.

García, F. J. (2008), Bienvenido Mister cine a la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(1),* 79-91.

Garritz, A., Lorenzo, G., y Daza, S. (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken, Al.: Editorial Académica Española

Lederman, N. G., Antink, A., y Bartos, S. (2012). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry, *Science y Education, 23 (2),* 285-302.

Liesa, E., Castelló, M. y Becerril, L. (2018). Nueva escuela, ¿nuevos aprendizajes? *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, *Número Especial Nº 2*, 15 – 29.

Michel Fariña, J.J; Salomone, G.; Costa, G. L.; Rodríguez, A., Luzzi, S. y Pérez Ferretti, F. (2008). Sensibilidad ética en el ámbito educativo: la adaptación al español del Racial and Ethical Sensitivity Test (REST.) *Memorias* del XV Jornadas de Investigación y Cuarto Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.

Nussbaum, L. (2017). Investigar con docentes. Moore, E. y Dooly, M. (Eds). *Enfoques cualitativos para la investigación en educación plurilingüe* (pp. 23-45). Research-publishing.net.

Petit, M. F. y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 30(2),* 55-72.

Rest, J.R. (1979). *Development in judging moral issues*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Ruiz, J., Solbes, J. y Furió, C. (2013). Debates sobre cuestiones sociocientíficas: Una herramienta para aprender Física y Química. *Textos*, *64*, 32-39.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher, 15(2),* 4-14.

Vázquez, B., Jiménez, R., Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3), 372-393.

Zúñiga, A., Leiton, R. y Naranjo, J. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11 (2),* 145-159.

El cambio en las emociones de futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con una intervención basada en indagación

Diego Armando Retana-Alvarado, María Ángeles de las Heras Pérez, Bartolomé Vázquez-Bernal y Roque Jiménez-Pérez

Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva

diegoarmandoret@hotmail.com

Resumen:

Este estudio longitudinal describe el cambio de las emociones de futuros maestros hacia una asignatura de didáctica de las ciencias del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Huelva, con una intervención indagatoria, durante el curso 2016-2017. Participaron 54 estudiantes quienes respondieron un cuestionario de escala tipo Likert en el que manifestaron su grado de intensidad sobre la experimentación de siete emociones positivas y siete emociones negativas; antes, durante y después de la indagación. Se llevó a cabo un análisis descriptivo y análisis inferencial mediante prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis para estimar las diferencias. Las emociones positivas alcanzaron las intensidades más altas en toda la intervención. Se establecen diferencias significativas en todas las variables en función del momento. Los resultados sugieren un cambio favorable al incremento de las emociones positivas y la disminución de las emociones negativas en el transcurso de la asignatura.

Palabras clave: emociones, conocimiento didáctico del contenido, indagación, formación inicial de maestros

Introducción

La formación inicial de los maestros desde una perspectiva constructivista debe facilitar el cambio en conocimientos, concepciones, actitudes y emociones hacia diversos ámbitos curriculares como asignaturas y contenidos escolares sobre ciencias, metodología de enseñanza, evaluación y clima de aula ya que determinan en parte la futura docencia (Brígido, Bermejo, Conde y Mellado, 2010; Retana-Alvarado, de las Heras-Pérez, Jiménez-Pérez y Vázquez Bernal, 2017; Rivero, Martín del Pozo, Solís, Azcárate y Porlán, 2017).

Las emociones entendidas por Shuman y Scherer (2014) como fenómenos multifacéticos que comprenden procesos afectivos, cognitivos, fisiológicos, motivacionales y componentes expresivos, asumen un rol fundamental en el aprendizaje. Entonces, esos procesos formativos requieren paliar los efectos generados por emociones negativas que alejaron a los estudiantes de los itinerarios científicos en los ciclos educativos previos, a través de una formación que les permita desarrollar competencias emocionales, estimular su curiosidad y atención hacia los contenidos científicos además de su integración con los conocimientos didácticos, de tal forma que potencien el desarrollo de su Conocimiento Didáctico del Contenido; es decir, un conocimiento base que utiliza el docente para la enseñanza de un tópico particular en un determinado contexto y como habilidad en la enseñanza (Gess-Newsome, 2015).

Los cambios en ese conocimiento también dependen de las emociones que experimentan los docentes durante la enseñanza de los contenidos científicos (Melo, Cañada y Mellado, 2017).

Sin duda, se requiere una mayor integración de los conocimientos científicos y didácticos en la formación de maestros en las universidades españolas, donde con frecuencia prevalece la introducción exclusiva de contenidos conceptuales de ciencias generando rechazo hacia esas asignaturas (García-Barros, 2016). En este sentido, Brígido et al. (2010) indican que sus emociones hacia el aprendizaje de las asignaturas científicas inciden en las emociones que vaticinan hacia la enseñanza, producto del recuerdo de sus antecedentes escolares. Además, los docentes en sus primeros años de enseñanza experimentan emociones negativas debido a la dificultad para llevar a cabo metodologías basadas en la indagación (Ritchie et al., 2013). Ante este panorama, diversos estudios muestran un cambio favorable en las emociones que experimentan los futuros maestros cuando realizan trabajos experimentales o participan en la indagación de problemas sociocientíficos en el contexto de intervenciones con carácter metaemocional que buscan la regulación de las emociones y el aprendizaje integrado de los contenidos científicos y didácticos (Dávila, Borrachero, Cañada, Martínez y Sánchez, 2015; Retana-Alvarado et al., 2017).

A partir de estos antecedentes, el propósito del estudio es describir el cambio de las emociones que experimentan los futuros maestros hacia una asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales con una intervención basada en la indagación de un problema sociocientífico sobre construcción de hoteles en un Parque Natural de España, conformado por un ecosistema dunar costero en el que habitan especies de flora y fauna en peligro de extinción como el enebro marítimo y camaleón. La indagación sobre esta cuestión controvertida se caracteriza por la sistematización de pruebas científicas para la argumentación, debate y toma de decisiones desde perspectivas ecológicas, sociales, económicas, políticas y ambientales (Zeidler, 2014).

Metodología

Problema e hipótesis de investigación

Este estudio de alcance longitudinal y descriptivo pretende responder y contrastar la siguiente pregunta de investigación e hipótesis:

- ¿Cómo varían las emociones positivas y negativas que experimentan los futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con una intervención indagatoria?

Derivado de este problema surgen las siguientes hipótesis:

- En el transcurso de la intervención, los futuros maestros pueden experimentar emociones positivas con mayor intensidad en comparación con las emociones negativas, debido al uso de una metodología participativa y un contenido contextualizado.
- Es posible que existan diferencias significativas en las emociones positivas y negativas según el momento de la intervención indagatoria.

Contexto formativo y participantes

El presente estudio se realizó en el primer cuatrimestre del curso académico 2016-2017 en la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I adscrita al Departamento de Didácticas Integradas de la Universidad de Huelva. Es una asignatura obligatoria, constituida por 6 créditos ECTS (European Credit Transfer System) y corresponde al tercer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria. En esta se abordan contenidos científicos de Biología y contenidos didácticos sobre naturaleza de la ciencia, ideas de los estudiantes, indagación y evaluación.

En términos no probabilísticos, la muestra se compuso de un total de 54 futuros maestros quienes integraban uno de los cuatro grupos de la asignatura. Su procedencia corresponde a tres provincias de Andalucía, asimismo, se incluyen tres estudiantes ERASMUS de Alemania e Italia. En cuanto al sexo de los sujetos, 33% son varones y 67% son mujeres (efecto de la titulación). Las edades comprenden entre 19 y 39 años, ubicándose la media en 22,16 años (DE=4,10). La asig-

natura fue impartida a ese grupo por una formadora de maestros en didáctica de las ciencias, quien es bióloga con Doctorado en Botánica y posgrados en Educación Ambiental y Didáctica de las Ciencias Experimentales; cuya experiencia en docencia, investigación y gestión comprende aproximadamente dos décadas.

Instrumento

Se empleó un cuestionario validado mediante el criterio experto de tres investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales y prueba piloto con 53 futuros maestros al inicio del curso académico. Este cuestionario compuesto por seis ítems utiliza una escala tipo Likert de 1 a 5 para recoger la intensidad en el grado de acuerdo (1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo) sobre las emociones positivas (entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro) y emociones negativas (susto, temor, enojo, tensión, frustración, aburrimiento y rechazo) que experimentan los futuros maestros hacia las siguientes dimensiones: asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I, contenidos científicos, metodología indagatoria, formadora, clima de aula y evaluación.

El presente estudio se centra en el cambio de las emociones hacia la asignatura, considerando los momentos antes, durante y después de la intervención indagatoria. La escala incluye cinco alternativas con el propósito de ajustar normalidad en la distribución de los datos y aumentar la fiabilidad. En este sentido, Matas (2018) indica que en diversos estudios se confirma un aumento de la confiabilidad al utilizar de cinco a siete alternativas. Además, no se pretendía forzar a los sujetos para que brindaran una respuesta particular.

Se confirma a través de la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov que, en los tres momentos, cada variable registra significatividades menores que el 5,00% de significación estadística (p-valor<,05). Entonces, se rechazan las hipótesis nulas (H_0) y se aprueban las hipótesis alternativas (H_1) en todas las variables. Se concluye que los datos de la muestra proceden de una población con distribución no normal. Respecto a la confiabilidad, los valores alfa de Cronbach para las emociones positivas y emociones negativas fueron suficientes y satisfactorios (ver tabla 1).

Tabla 1. Confiabilidad del cuestionario según el tipo de emoción y el momento de la intervención indagatoria

	Alfa de Cronbach		
Tipo de emoción	Antes	Durante	Después
Positivas	,80	,70	,78
Negativas	,87	,80	,87

Procedimiento y análisis de datos

Los cuestionarios fueron aplicados en los meses de octubre y diciembre de 2016 y enero de 2017 en los momentos antes, durante y después de la intervención correspondientemente. Se explicaron las instrucciones para cumplimentar el cuestionario y se transmitieron las definiciones de las emociones mediante un glosario para homogeneizar su comprensión. Todos aceptaron participar, se confirmó el anonimato y la confidencialidad. Los datos fueron analizados con el paquete informático SPSS para Windows, versión 23.0. Se llevó a cabo un análisis descriptivo exploratorio a través de las medias, desviaciones típicas y varianzas en cada una de las variables que constituyen el ítem.

Para comprobar si existían diferencias estadísticas significativas en la puntuación de cada variable respecto a la dimensión asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I, y en función del momento de la intervención (antes, durante y después), se realizó un análisis intergrupo para tres muestras independientes (N=162) mediante la prueba no paramétrica de la varianza

H de Kruskal-Wallis, al nivel de significación p=,05 e intervalo de confianza equivalente a 95,0%. Esta prueba pretende establecer si existen diferencias entre varias muestras que provienen de la misma población y asume que las observaciones son independientes dentro de cada grupo y entre los grupos.

Resultados

Análisis descriptivo

En la tabla 2 y gráfica 1 se aprecia que los futuros maestros experimentaron emociones positivas en mayor medida en los momentos antes, durante y después a diferencia de las emociones negativas.

Tabla 2. Cambio de las emociones hacia la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I

	Antes			Durante			Después		
Variable	M	DE	S^2	M	DE	S^2	M	DE	S^2
Susto	1,94	1,16	1,34	1,22	,46	,21	1,65	,85	,72
Temor	2,02	1,11	1,23	1,30	,50	,25	1,59	,81	,66
Enojo	1,74	1,15	1,33	1,17	,42	,18	1,30	,57	,33
Tensión	2,23	1,22	1,49	1,63	,88	,77	1,81	,95	,91
Frustración	2,04	1,20	1,43	1,22	,57	,33	1,50	,82	,67
Aburrimiento	2,09	,93	,85	1,39	,66	,43	1,35	,59	,35
Rechazo	1,58	,86	,74	1,15	,41	,17	1,28	,60	,36
Entusiasmo	3,56	,98	,97	4,20	,63	,39	4,31	,54	,30
Satisfacción	3,37	,94	,88	4,35	,71	,50	4,15	,66	,43
Interés	4,09	,83	,69	4,48	,61	,37	4,54	,57	,33
Aceptación	3,74	,83	,69	4,11	,72	,52	4,09	,73	,54
Tranquilidad	3,22	,93	,86	4,15	,94	,88	3,73	,89	,79
Bienestar	3,59	,86	,74	4,44	,60	,37	4,09	,73	,54
Asombro	2,76	1,03	1,05	3,33	1,23	1,51	3,22	1,19	1,42

Antes de la intervención, todas las emociones negativas fueron más intensas, en comparación con los momentos durante y después. Así, aburrimiento (M=2,09), tensión (M=2,23), frustración (M=2,04) y temor (M=2,02) fueron las emociones de mayor intensidad. Los resultados indican que el momento intermedio y el final se caracterizaron por un descenso e incremento en la intensidad de la mayoría de las emociones negativas respectivamente. El aburrimiento fue una excepción pues disminuyó tanto en el momento durante como después. Estos resultados son favorables porque a lo largo de la intervención ninguna emoción negativa superó las intensidades correspondientes al primer momento.

Por otra parte, se aprecia que durante la intervención hubo una merma considerable en la intensidad de todas las emociones negativas, principalmente frustración (M=1,22), susto (M=1,22), temor (M=1,30) y aburrimiento (M=1,39) en contraste con el momento previo. Al finalizar la intervención, casi todas las variables, excepto el aburrimiento (M=1,35) superaron la intensidad respecto al momento intermedio, especialmente susto (M=1,65), temor (M=1,59) y frustración (M=1,50). Ahora bien, entre los momentos antes y después se apreció un mayor cambio o disminución del aburrimiento (M=1,35) y la frustración (M=1,50), lo cual es favorable al momento posterior de la indagación.

En torno a las emociones positivas, hay un incremento en cada variable entre el momento antes y durante. Así, en el momento intermedio se expresaron con alta intensidad: interés (M=4,48), bienestar (M=4,44), satisfacción (M=4,35), entusiasmo (M=4,20), tranquilidad (M=4,15), acepta-

ción (M=4,11) y asombro (M=3,33). De esta forma, satisfacción, tranquilidad y bienestar son las emociones que experimentaron la evolución más apreciable respecto al primer momento. Entre el durante y después se registró una evolución favorable para interés (M=4,54) y entusiasmo (M=4,31), mientras que las demás emociones positivas redujeron luego de la intervención, especialmente tranquilidad (M=3,73) y bienestar (M=4,09). Finalmente, entre los momentos antes y después, se apreció una evolución favorable puesto que todas las emociones positivas aumentaron. Los mayores cambios corresponden a entusiasmo (M=4,32) y satisfacción (M=4,19), ambas en provecho del momento posterior a la intervención.

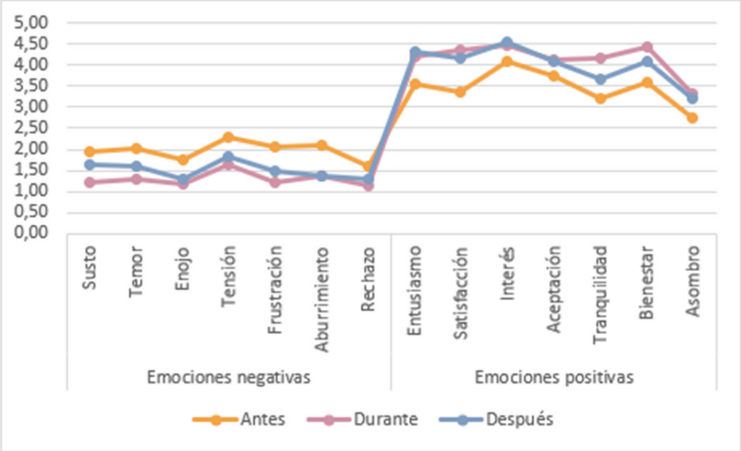


Figura 1. Cambio de emociones de futuros maestros hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I

Análisis inferencial intergrupo en función del momento de la intervención

Los resultados derivados de la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis indican que existen diferencias estadísticas significativas en todas las emociones negativas y emociones positivas experimentadas por los futuros maestros respecto a la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I, en función del momento de la intervención: susto (p=,001), temor (p=,001), enojo (p=,010), tensión (p=,008), frustración (p=,000), aburrimiento (p=,000) y rechazo (p=,003), entusiasmo (p=,000), satisfacción (p=,000), interés (p=,006), aceptación (p=,041), tranquilidad (p=,000), bienestar (p=,000) y asombro (p=,013). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de contraste general, lo cual permite demostrar que existen diferencias. En futuras publicaciones se mostrarán los pares de momentos en los que se establecen diferencias estadísticas, a partir de las pruebas *post hoc*. Por razones de espacio no se muestran esos resultados en esta comunicación.

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que las emociones positivas son más intensas entre los futuros maestros en el transcurso de toda la intervención a diferencia de las emociones negativas que se expresan en menor medida. En el primer momento, interés, aceptación, bienestar y entusiasmo son las emociones positivas más relevantes. Entre el antes y durante incrementa la intensidad de todas las emociones positivas, especialmente satisfacción, tranquilidad, bienestar y entusiasmo. Al concluir la intervención, se aprecia una merma leve en casi todas las emociones positivas, excepto entusiasmo e interés que registran un incremento. Finalmente, entre el antes y después se aprecia un cambio favorable en todas las emociones positivas debido al incremento, en particular, sobresale satisfacción y entusiasmo.

Las emociones negativas son más frecuentes antes de la intervención que en los otros momentos. Al inicio, tensión y aburrimiento son las más intensas. Entre el durante y después hay una disminución y aumento en casi todas las emociones negativas, excepto en aburrimiento. Al comparar los momentos inicial y final se aprecia que todas las emociones negativas disminuyeron,

especialmente aburrimiento y frustración. La prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis demostró que existen diferencias significativas en todas las emociones positivas y emociones negativas en función del momento de la intervención, lo cual concuerda con el análisis descriptivo presentado anteriormente y los hallazgos de Dávila-Acedo et al. (2015) y Retana-Alvarado et al. (2017). En conclusión, los resultados derivados de los análisis descriptivo e inferencial sugieren un cambio favorable al incremento de las emociones positivas y la disminución de las emociones negativas en el transcurso de la asignatura. Consideramos que representan una aportación a la formación docente debido a la implementación de estrategias de regulación emocional mientras los futuros maestros se implican en las fases y actividades de la indagación para la resolución del problema sociocientífico.

Agradecimientos

El estudio ha sido financiado por la Universidad de Costa Rica con el aval de la Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa.

Referencias

Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, M. C. y Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, *7*(12), 25-32.

Dávila-Acedo, Mª. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Martínez, G. y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(3), 550-564. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/17609

García-Barros, S. (2016). Conocimiento científico Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, *35*(1), 31-44. Recuperado de https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2825

Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). Nueva York: Routledge.

Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 20*(1), 38-47. DOI: https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347

Melo, L. V., Cañada, F. y Mellado, V. (2017). Exploring the emotions in Pedagogical Content Knowledge about the electric field. *International Journal of Science Education*, *39*(8), 1025-1044. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1313467

Retana-Alvarado, D. A., de las Heras-Pérez, M. Á., Jiménez-Pérez, R. y Vázquez-Bernal, B. (2017). Emociones de maestros en formación inicial sobre la Didáctica de las Ciencias antes de una intervención indagatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, *n° extraordinario*, 5415-5421. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/182960

Ritchie, S. M., Tobin, K., Sandhu, M., Sandhu, S., Henderson, S. y Roth, W. (2013). Emotional arousal of beginning physics teachers during extend experimental investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, *50*(2), 137-161. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21060

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(1), 29-52. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068

Shuman, V. y Scherer, K. R. (2014). Concepts and Structures of Emotions. En R. Pekrun y L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 13-35). Nueva York: Routledge, Taylor y Francis.

Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research, and Practice. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education (Vol. 2)* (pp. 697-726). Nueva York: Routledge.

Autoeficacia percibida para la enseñanza de las ciencias en maestros en formación inicial

Pedro Membiela Iglesia, Manuel Vidal López y Antonio González Fernández

Facultade de Ciencias da Educación de Ourense. Universidad de Vigo

membiela@uvigo.es

Resumen:

La investigación se ha realizado con 120 futuros/as maestras/os del Grado de Infantil y de Primaria durante la formación en enseñanza de las ciencias. Se ha utilizado un cuestionario para medir la percepción de la eficacia de la enseñanza de las ciencias, y otros para la motivación, el compromiso y las emociones en relación con las ciencias. La formación inicial parece haber influido positivamente en las percepciones de autoeficacia en enseñanza de las ciencias, que a su vez se asocian con percepciones de motivación, compromiso y emociones positivas hacia las ciencias. También una formación previa más amplia en ciencias en bachillerato y estudiar el Grado de Educación Primaria frente a Educación Infantil, parece mejorar la percepción de autoeficacia personal en la enseñanza de las ciencias. Además, son predictores de la eficacia personal en la enseñanza de las ciencias en sentido positivo la motivación intrínseca y la autoeficacia, y, en sentido negativo, la ansiedad en clase.

Palabras clave: autoeficacia, enseñanza de las ciencias, maestras/os en formación.

Introducción

La autoeficacia percibida se refiere a las creencias personales sobre las capacidades para realizar acciones determinadas (Bandura 1997). Las creencias de autoeficacia pueden influir de numerosas maneras, tal como el curso de la acción que se elige seguir, cuánto esfuerzo se pone en tareas determinadas, cuánto tiempo se perseverará frente a obstáculos y problemas, y la resistencia a la adversidad (Bandura, 1997). Quien señala que la autoeficacia implica juicios de capacidades específicas para tareas en particular, y se define y se mide en contextos o situaciones determinadas.

En relación con las creencias de los profesores Tschannen-Moran, Woolfolk-Hoy & Hoy (1998) han propuesto un modelo que sugiere que la autoeficacia de los docentes se produce como resultado de la interacción entre el análisis de las tareas docentes en el contexto y el análisis de las capacidades de enseñanza personal. Las creencias de eficacia resultantes influyen en los objetivos profesionales de los docentes, y en su esfuerzo y capacidad de recuperación frente a las dificultades.

Diversas investigaciones han examinado las creencias sobre la eficacia de la enseñanza de las ciencias de los docentes en formación, puesto que una vez establecidas parecen ser resistentes al cambio (Woolfolk-Hoy, Hoy & Davis, 2009). Las experiencias de enseñanza, la formación y otras intervenciones han producido resultados diversos de investigación en relación con las creencias de eficacia docente. Diversos estudios han utilizado el Science Teaching Efficacy Belief Instrument STEBI-B como el principal instrumento de investigación, con sus dos dimensiones,

eficacia personal en la enseñanza de las ciencias (PSTE) y expectativa de resultados de la enseñanza de las ciencias (STOE). Mulholland, Dorman & Odgers (2004) han encontrado que el número de clases de ciencias completadas en educación secundaria se relacionó positivamente con el PSTE de los profesores en prácticas, pero no con el STOE. Bleicher (2004) presentó hallazgos similares, y descubrió que la edad, el origen étnico y la experiencia docente no mostraban ninguna relación con el PSTE o el STOE. Tosun (2000) enfatizó la importancia de la calidad de las experiencias pasadas de los profesores en formación moldeando la autoeficacia en la enseñanza de las ciencias. Utilizando datos tanto cuantitativos como cualitativos, Watters & Ginns (1995) descubrieron que, además de la experiencia previa, un ambiente de aprendizaje de apoyo en los programas de capacitación docente mejoraba la eficacia docente. Estos autores sugirieron que la autoeficacia positiva derivaba de la experiencia de actividades prácticas emocionantes y manipulativas. Además, atribuyeron la mejoría en las expectativas de los participantes a sus experiencias enseñando ciencia a los estudiantes.

El objetivo de la investigación era conocer la percepción de autoeficacia para enseñar ciencias de un grupo de profesores de Educación Infantil y Primaria en formación en enseñanza de las ciencias, y la influencia de factores asociados con la motivación, con el compromiso y con las emociones en relación con las ciencias.

Metodología

La investigación se ha realizado durante el curso 2017-18, con 120 futuras maestras/os del grado de Infantil (54) y de Primaria (66) durante la formación en enseñanza de las ciencias en un centro universitario de formación del profesorado. La edad está comprendida entre 18 y 41 años (Media= 21,3; Mediana= 20), con predominio de mujeres (94) frente a hombres (36), y de los que no habían cursado el bachillerato del ámbito no científico (80) frente a los que sí lo han cursado (40). En la formación de los futuros maestros en enseñanza de las ciencias se prima el uso de actividades prácticas e investigaciones grupales, el aprendizaje cooperativo y un ambiente de aprendizaje de apoyo.

Se ha utilizado un constructo específico de la temática y del contexto, STEBI-B (Enochs & Riggs, 1990) para medir la percepción de la eficacia de la enseñanza de las ciencias. Sobre la influencia de factores asociados con la motivación y con el compromiso en relación con las ciencias se ha utilizado *Science Motivation Questionnaire* (SMI) (Glynn, Taasoobshirazi, & Brickman, 2009) y el *Students' Adaptive Learning Engagement in Science* (SALES) (Velayutham, Aldridge & Fraser, 2011), y con las emociones en relación con las ciencias *Achievement Emotions Questionnarire* (AEQ) (Pekrun, Goetz & Perry, 2005).

En el análisis e interpretación de los resultados se han realizado tres tipos de análisis con el programa SPSS 24, el primero de cálculo de correlaciones bivariadas entre dimensiones que incluye también la variable contextual escalar edad; el segundo de comparación de medias mediante la prueba t para muestras independientes entre dimensiones y las variables contextuales tipo de bachillerato, grado y sexo; y el tercero de análisis de regresiones lineales entre dimensiones en tres pasos utilizando como variables dependientes las dos de la escala eficacia en la enseñanza de las ciencias.

Resultados y discusión

Los resultados más relevantes se presentan en las Tablas 1, 2 y 3. Así:

1) Hay numerosas correlaciones significativas (Ver Tabla 1) positivas entre las dos dimensiones de la autoeficacia de las ciencias (PSTE y STOE) y la motivación, el compromiso y las emociones hacia las ciencias, salvo ansiedad y sobre todo aburrimiento, que correlacionan negativamente

con las demás variables. Sólo en unas pocas dimensiones (Ansiedad en clase, Ansiedad en los exámenes, Expectativa de resultados de la enseñanza de las ciencias (STOE)) no hay o hay muy pocas correlaciones significativas con otras dimensiones.

2) En general, las dimensiones de motivación, compromiso y emociones hacia las ciencias correlacionan de forma más intensa y significativa con la autoeficacia en la enseñanza de la ciencia (PSTE) que con la expectativa de resultados de la enseñanza de las ciencias (STOE). Existe una correlación baja pero significativa entre estas dos dimensiones de la autoeficacia en la enseñanza de las ciencias, PSTE y STOE.

3) Teniendo en cuenta el tipo de Bachillerato que cursaron (ver Tabla 2), se constató que los que estudiaron el de Ciencias obtuvieron puntuaciones superiores en relevancia personal, autoeficacia evaluada por el SMQ, motivación intrínseca, esperanza, disfrute, y ambas modalidades de eficacia (PSTE y STOE).

Si tenemos en cuenta el Grado que estudian, constatamos que los futuros maestros/as de Educación Primaria superan a los de Educación Infantil en autoeficacia evaluada por el SMQ, motivación intrínseca, orientación al aprendizaje, valor de la tarea, esperanza, disfrute y expectativa de resultados (STOE); en cambio, los de Educación Infantil se aburren más en clase que los de Educación Primaria.

Tabla 1. Correlaciones bivariadas entre dimensiones (r>|.186| p<.05; r>|.251| p<.01)

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
00. Edad																
01. Relevancia personal	-.01															
02. Autodeterminación	.14	.49														
03. Autoeficacia SMQ	-.07	.49	.41													
04. Ansiedad Test	-.09	-.18	-.27	-.05												
05. Motivación extrínseca	.23	.50	.44	.47	-.12											
06. Motivación intrínseca	.25	.72	.54	.53	-.07	.34										
07. Orientación aprendizaje	-.06	.17	.15	.26	-.0	.25	.26									
08. Autoeficacia SALES	.12	.27	.20	.48	-.05	.24	.32	.35								
09. Autorregulación	.09	.34	.31	.36	-.05	.37	.30	.34	.54							
10. Valor de la tarea	.14	.38	.27	.38	-.15	.32	.32	.41	.51	.41						
11. Ansiedad en clase	-.03	-.03	-.16	-.27	.25	.06	-.09	-.09	-.24	-.06	-.02					
12. Aburrimiento en clase	-.03	-.20	-.15	-.10	-.04	-.04	-.29	-.35	-.19	-.26	-.40	.26				
13. Esperanza clase	-.12	.25	.19	.45	-.15	.22	.26	.22	.50	.21	.28	-.37	-.36			
14. Disfrute clase	-.04	.43	.28	.47	-.14	.37	.39	.45	.47	.42	.55	-.15	-.6	.68		
15. Eficacia Personal (PSTE)	.08	.32	.29	.37	-.05	.15	.44	.17	.43	.26	.13	-.29	-.12	.34	.29	
16. Expectativas resultado (STOE)	.13	.23	.14	.19	.03	.16	.30	.22	.25	.08	.20	-.09	-.17	.14	.20	.27

Tabla 2. Comparación de medias con las variables contextuales tipo de Bachillerato estudiado y de Grado actual (*p<.05; **p<.01)

	TOTAL Dimensión		BACHILLERATO					GRADO				
			No ciencias		Ciencias			Infantil		Primaria		
	$\bar{x}$	DT	$\bar{x}$	DT	$\bar{x}$	DT	t (p)	$\bar{x}$	DT	$\bar{x}$	DT	t (p)
01. Relevancia personal	3.8	.62	3.7	.64	4.0	.56	-2.2*	3.7	.65	3.9	.6	-1.4
02. Autodeterminación	3,8	.45	3.8	.44	3.8	.49	-.25	3.8	.49	3.8	.43	-.24
03. Autoeficacia SMQ	3.9	.50	3.7	.54	3.9	.42	-2.1*	3.7	.46	3.9	.53	-2.2*
04. Ansiedad Test	1.9	.39	1.9	.40	2.0	.37	-.73	2.0	.42	1.9	.36	.48
05. Motivación extrínseca	3.8	.58	3.8	.59	3.9	.56	-1.6	3.8	.6	3.9	.57	-.71
06. Motivación intrínseca	3.9	.60	3.8	.62	4.2	.51	-3.5**	3.8	.61	4.1	.58	-2.4*
07. Orientación aprendizaje	4.5	.50	4.5	.41	4.6	.65	-.99	4.3	.62	4.6	.32	-3.6**
08. Autoeficacia SALES	3.8	.43	3.8	.47	3.9	.35	-1.74	3.8	.44	3.9	.43	-1.2
09. Autorregulación	4.0	.42	4.0	.45	3.9	.36	1.12	4.0	.38	4.0	.45	-.41
10. Valor de la tarea	4.1	.49	4.1	.55	4.1	.38	-.41	3.8	.51	4.3	.40	-5.3**
11. Ansiedad en clase	2.3	.41	2.3	.41	2.2	.42	1.2	2.3	.44	2.3	.39	-.05
12. Aburrimiento en clase	2.4	.68	2.5	.75	2.3	.50	1.5	2.7	.66	2.2	.61	4.3**
13. Esperanza clase	3.7	.47	3.7	.49	3.9	.40	-2.4*	3.7	.49	3.8	.46	-1.7
14. Disfrute clase	3.5	.45	3.4	.48	3.6	.36	-2.2*	3.3	.41	3.6	.44	-3.9**
15. Eficacia Personal (PSTE)	3.6	.44	3.5	.44	3.8	.41	-3.1**	3.6	.47	3.6	.43	.24
16.Expectativas resultado (STOE)	3.5	.42	3.4	.44	3.6	.35	-2.5**	3.3	.37	3.6	.44	-3.0**

Tabla 3. Regresiones con la dimensión 15 "Eficacia Personal de la Eficacia en la Enseñanza de las Ciencias" (*p<.05. **p<.01. **p<.001). No aparece ninguna significativa con la dimensión 16 "Expectativa de resultados"

	15. EFICACIA PERSONAL (PSTE)								
	1º PASO			2º PASO			3º PASO		
	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.
01. Relevancia personal	-.019	-.146	.884	.036	.283	.77	.024	.182	.85
02. Autodeterminación	.08	.737	.463	.102	.985	.32	.083	.8	.42
03. Autoeficacia SMQ	.209	1.981	.05*	.083	.776	.43	-.037	-.302	.76
04. Ansiedad Test	-.007	-.077	.939	-.013	-.16	.87	.065	.714	.47
05. Motivación extrínseca	-.082	-.782	.436	-.076	-.75	.45	-.053	-.501	.61
06. Motivación intrínseca	.327	2.441	.016*	.275	2.118	.03*	.323	2.428	.01**
07. Orientación aprendizaje				.024	.267	.79	.006	.065	.94
08. Autoeficacia SALES				.403	3.74	<.01**	.309	2.546	.01**
09. Autorregulación				-.002	-.017	.98	.027	.255	.79
10. Valor de la tarea				-.221	-2.194	.03*	-.171	-1.517	.13
11. Ansiedad en clase							-.195	-1.925	.05*
12. Aburrimiento en clase							.133	1.099	.27
13. Esperanza clase							.043	.33	.74
14. Disfrute clase							.135	.854	.39
F (df, df_{error})	5,526 (6, 113)***			5,439 (4, 109)***			4,305 (4, 105)***		
R^2	0,227			0,333			0,365		
ΔR^2	0,227			0,106			0,032		

No se encontraron diferencias significativas en función dela variable Género, lo que indica que las puntuaciones medias en las variables evaluadas son equivalentes para ambos géneros.

4) Del análisis de regresión (ver Tabla 3) se deduce que los predictores positivos de la eficacia personal en la enseñanza de las ciencias (PSTE) fueron la motivación intrínseca y la autoeficacia; en cambio, la ansiedad en clase de ciencias es un predictor negativo.

También se llevó a cabo esta misma ecuación de regresión tomando como variable dependiente la expectativa de resultados (STOE). Este análisis reveló que ninguno de los predictores fue significativo, lo que nos indica que esta variable (STOE) no depende de forma significativa de ninguna de las variables introducidas en la ecuación de regresión.

Conclusiones

Los resultados obtenidos coinciden con otros estudios que han utilizado el STEBI-B como el principal instrumento de investigación. Coinciden con los de Bleicher (2004), conforme la edad no muestra relación con el PSTE o el STOE. Pero se diferencia de los Mulholland et al. (2004), que señalaron como el número de clases de ciencias completadas en el nivel de escuela secundaria se relacionan positivamente con el PSTE, pero no con el STOE, pues en nuestro caso una formación previa más amplia en ciencias parece mejorar la percepción de autoeficacia tanto en la eficacia personal en la enseñanza de las ciencias (PSTE) como expectativa de resultados de la enseñanza de las ciencias (STOE).

Implicaciones

Debido a que las creencias de eficacia se conforman pronto, es útil comprender mejor los factores que respaldan el desarrollo de un fuerte sentido de eficacia entre los profesores en formación. Varios estudios (Cakiroglu, Capa-Aydin y Woolfolk-Hoy, 2012) han demostrado que la formación en enseñanza de las ciencias bien diseñada es bastante efectiva para mejorar la autoeficacia de la enseñanza de las ciencias si incluye el uso de actividades prácticas e investigaciones grupales, proporciona experiencias de microenseñanza, aprendizaje cooperativo, buenos modelos de conducta y un ambiente de aprendizaje de apoyo. La influencia que parece haber tenido en nuestro caso la formación inicial en la percepción de la autoeficacia en enseñanza de las ciencias puede haber sido debida a que están presentes varias de esas prácticas. De cara a modificar la eficacia personal (PSTE), conviene indicar que ésta se verá potenciada por todo aquello que en el aula contribuya a incrementar la motivación intrínseca y la autoeficacia (SALES) y que ayude a reducir la ansiedad.

Referencias bibliográficas

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.

Bleicher, R. E. (2004). Revisiting the STEBI-B: Measuring self-efficacy in preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, *104*, 383–391.

Cakiroglu, J., Capa-Aydin, J. & Woolfolk-Hoy, A. (2012) Chapter 31 Science Teaching Efficacy Beliefs. En B. J. Fraser et al. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Springer International.

Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics, 9*, 695-706.

Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G., & Brickman, P. (2009). Science Motivation Questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching, 46*, 127–146.

Mulholland, J., Dorman, J. P., & Odgers, B. M. (2004). Assessment of science teaching efficacy of preservice teachers in an Australian university. *Journal of Science Teacher Education*, *15*, 313–331.

Pekrun, R., Goetz, T., & Perry, R. (2005). *Achievement Emotions Questionnaire (AEQ) –user's manual*. University of Munich: Department of Psychology.

Tosun, T. (2000). The beliefs of preservice elementary teachers towards science and science teaching. *School Science and Mathematics*, *10,* 374–379.

Tschannen-Moran, M., Woolfolk-Hoy, A., & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research*, *68*, 202–248.

Velayutham, S., Aldridge, J. & Fraser, B. (2011). Development and validation of an instrument to measure students' motivation and self-regulation in science learning. *International Journal of Science Education, 33*, 2159–2179.

Watters, J., & Ginns, I. (1995). Self-efficacy and science anxiety among preservice primary teachers: Origins and remedies. *Research in Science Education*, *24*, 348–357.

Woolfolk-Hoy, A., Hoy, W. K., & Davis, H. (2009). Teachers' self-efficacy beliefs. In K. Wentzel & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Brinquedos com ciências na formação de professores e educadores

Ana Peixoto
Escola Superior de Educação. Instituto Politécnico de Viana do Castelo
anapeixot@ese.ipvc.pt

Resumo:

Os brinquedos podem assumir uma importância crucial na aplicação de princípios das ciências a situações investigativas em contexto educativo. Os formadores dos futuros professores e educadores devem incentivar o contato destes alunos com diferentes brinquedos permitindo-lhes estabelecer a ponte entre o saber científico e didático. O estudo qualitativo de natureza exploratório, desenvolvido com 31 futuros professores e educadores, teve como objetivo explorar, através da construção de brinquedos de baixo custo, diferentes conceitos físicos e químicos passíveis de serem usados por crianças dos 3 aos 12 anos. Como resultado foram construídos seis brinquedos científicos cumprindo o objetivo que se pretendia. Os brinquedos construídos aplicaram os conceitos cientificamente corretos e eram passíveis de exploração didática tendo os estudantes revelado elevados níveis de resolução de problemas.

Palavras chave: brinquedos; ciências; formação inicial.

Introdução

É atualmente inegável a importância do brincar no desenvolvimento social, emocional e cognitivo da criança (Bomtempo,1999; Cordazzo, 2008). Os brinquedos são considerados importantes aliados nesse processo de aprendizagem e de desenvolvimento de competências e atitudes, tais como, criatividade, pensamento inovador e na promoção da curiosidade da criança. No ato de brincar, as crianças desenvolvem elementos fundamentais na formação da sua personalidade muitas vezes visíveis na forma como interagem com os seus pares ou no ato brincarem sozinhas. Na interação com o brinquedo aprendem, experimentam novas situações, organizam as suas emoções, processam informação e desenvolvem a sua autonomia. Os brinquedos científicos, expressão polissémica com significados associados ao brincar sem intencionalidade ou ao aprender brincando, vê defendido por muitos investigadores este último significado (Bomtempo, 1999; Medeiros & Medeiros, 2005; Stein & Miller, 1997). Mas o ato de brincar não é apenas destinado à criança, o próprio Einstein quando adulto "adorava brinquedos de madeira e puzzles que pudessem ser montados e desmontados" (Einstein, 2005, p. 8). É claro que, como refere Hecker (2011) este brincar com intencionalidade "só funciona se as educadoras e os educadores gostarem, eles próprios, das ciências e da técnica, e sobretudo se tiverem prazer em experimentar" (p. 13). Esta mesma ideia já era defendida por Bomtempo (1999). No entanto o conhecimento dos futuros professores de ciências e educadores relativamente ao potencial dos brinquedos no desenvolvimento da criança é escasso (Wendell & Lee, 2010). O olhar dos futuros professores e

educadores sobre os brinquedos e a ligação entre as conexões que estes podem estabelecer com conteúdos e conceitos científicos é algo que deveria ser trabalhado durante a formação inicial destes futuros profissionais. Defende-se uma construção e manipulação do brinquedo científico no sentido de despertar nos alunos a descoberta da forma como este funciona atendendo ao que refere Kishimoto (1995) quando afirma que por vezes a elevada complexidade de alguns brinquedos educativos retiram aos alunos essa curiosidade e prazer.

Em Portugal, numa instituição pública de formação de educadores e professores, os estudantes que frequentam os cursos de mestrado, que habilita para a docência, de Educadores de Infância e de Professores de 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências do 2.º Ciclo do Ensino Básico podem optar, no 1.º ano, do segundo semestre do seu plano de estudos, por uma unidade curricular (UC) intitulada Brinquedos com Ciências. Os conteúdos programáticos abordados nesta UC são: princípios mecânicos de funcionamento dos brinquedos (roldanas e rodas dentadas); transformações químicas nos brinquedos (princípios eletroquímicos de funcionamento e a eletrólise da água); transformações de energia nos brinquedos (transformações de energia eólica em mecânica e de solar em mecânica) e as bases aerodinâmicas no funcionamento dos brinquedos. No decorrer da componente presencial desta UC os estudantes tem a oportunidade de construir brinquedos de raiz, de montar e desmontar brinquedos para analisarem os princípios físicos e químicos de funcionamento dos brinquedos, discutindo esses princípios entre pares e com o professor.

Com base no trabalho efetuado nesta UC e no seu contributo para a formação destes futuros profissionais realizou-se um estudo que teve como objetivo explorar, através da construção de brinquedos de baixo custo, diferentes conceitos físicos e químicos passíveis de serem usados por crianças dos 3 aos 12 anos.

Metodología

O paradigma subjacente ao estudo foi de natureza interpretativa, qualitativo e exploratório (tipo estudo de caso) (Coutinho, 2015) tendo envolvido 31 estudantes, durante três edições consecutivas (2015 a 2018), que frequentavam o curso de mestrado de habilitação para a docência de Educadores de Infância e Professores de 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências do 2.º Ciclo do Ensino Básico de uma instituição de formação portuguesa do Ensino Público. O número de estudantes envolvidos em cada edição pode ser consultado na tabela 1.

Tabela 1. Participantes no estudo e calendarização do estudo

Edição dos mestrados	Número de estudantes	Ano letivo
1.ª edição	13	2015/2016
2.ª edição	10	2016/2017
3.ª edição	8	2017/2018

Durante as 48 semanas em que decorreu este estudo, correspondentes a 16 semanas em três anos consecutivos, os estudantes foram convidados a construir, durante as sessões presenciais, várias tarefas de natureza investigativa (Figueiroa, 2012) - que consistiam em diferentes brinquedos - e um projeto de grupo (também ele um brinquedo) que fosse passível de ser explorado com crianças dos 3 aos 12 anos, podendo optar pelos conteúdos programáticos abordados nas sessões presenciais ou outros conteúdos à sua escolha. Para a recolha de dados recorreu-se à observação participante (Trindade, 2007), efetuada pelo professor da UC/investigador, ao diário do investigador, aos projetos e registos escritos realizados pelos estudantes e a sessões vídeo

gravadas das apresentações dos estudantes. Todas as tarefas realizadas durantes as sessões presenciais bem como o projeto final, foram apresentadas e discutidas em turma e num encontro de criatividade realizado anualmente na instituição de formação. Todos os dados recolhidos, durante as 48 semanas, foram sujeitos a uma análise de conteúdo com base em categorias de análise pré-definidas que permitiam: medir a capacidade de resolução de problemas dos estudantes durante a realização das tarefas e do projeto; a cientificidade do brinquedo (projeto final); a resistência do brinquedo à manipulação livre pela criança; a exploração didática permitida e adequação do brinquedo à faixa etária a que se destinava.

Discussão dos resultados

Relativamente à primeira categoria, da análise das tarefas realizadas pelos estudantes, em resultado da triangulação dos dados recolhidos durante as sessões presenciais, constatou-se um elevado envolvimento dos estudantes e uma elevada capacidade de resolução dos desafios propostos, não se tendo constatado nenhuma situação de incapacidade dos estudantes em realizar as diferentes tarefas propostas pelo professor. Quando se analisa os dados recolhidos nas sessões vídeo gravadas é notório que o grupo de estudantes discute entre si quer as condições em que determinado brinquedo deve funcionar, quer os princípios físicos subjacentes a esse funcionamento. É disso exemplo a "boneca balança" onde a totalidade dos estudantes (100%) aplicaram o princípio de equilíbrio das alavancas e o conceito de centro de massa construindo e reparando a sua boneca para que cumprisse essas condições (figura 1) tendo-se constatado que as afirmações de Hecker (2011) são muito pertinentes ao afirmar que o envolvimento e interesse do educador/professor pelas tarefas que desenvolve, motiva os estudantes a querer encontrar a resposta aos desafios que se lhe colocam.

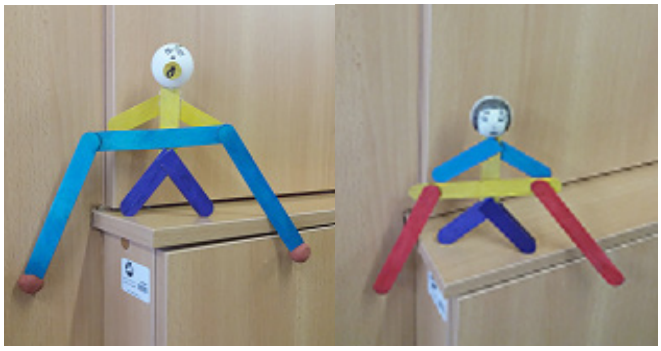


Figura 1. Bonecas alavancas construídas pelos estudantes da 3.ª edição dos mestrados

No que se refere às três últimas categorias de análise, e com base nos projetos realizados pelos estudantes, constata-se que nas duas primeiras edições dos mestrados foram construídos seis brinquedos que envolveram diferentes conteúdos/conceitos de física e química. A denominação atribuída pelos estudantes a esses brinquedos (projeto final), os conceitos envolvidos e a exploração didática que, segundo eles, poderia ser efetuada com as crianças, pode ser consultada na tabela 2.

Pela análise da tabela 2 constata-se que os conceitos mais usados pelos estudantes na construção dos brinquedos foram as máquinas simples, incluindo as alavancas interfixas, interpotentes, inter-resistentes, rodas e eixos, presentes em cinco dos seis brinquedos construídos (fig. 2A, 2B, fig. 3A, 3B, fig. 4). Verifica-se ainda que estes conceitos foram corretamente explorados pelos estudantes, quer durante as suas apresentações orais, quer nos suportes escritos analisados. Apenas um dos brinquedos foi construído com base em conceitos físicos não trabalhados durante as sessões presenciais envolvendo conceitos associados à dinâmica de fluídos (fig. 2C).

Tabela 2. Brinquedo, conceitos envolvidos e idades apropriadas na exploração didática

Denominação do brinquedo	**Conteúdos/conceitos físicos e químicos envolvidos na construção dos brinquedos**	**Idade para a exploração didática do brinquedo**
A casa dos brinquedos com ciências	Atrito, energia eólica, máquinas simples	3 aos 9 anos
Cineca Criativa	Máquinas simples, geradores eletroquímicos	3 aos 12 anos
Robot hidráulico	Princípio fundamental da hidrodinâmica	3 aos 12 anos
Mecanoquinta	Máquinas simples, magnetismo, transformações de energia	8 e 9 anos
Centauro	Máquinas simples	3 aos 12 anos
Reciclomoto: as energias em movimento	Energia solar, energia eletroquímica, máquinas simples	8 e 9 anos

Quanto à resistência dos brinquedos todos eles se apresentavam com resistência suficiente para serem manipulados por crianças, embora alguns se destinassem a crianças dos 8 e 9 anos de idade (fig. 3A e fig. 4). Esta opção efetuada pelos estudantes esteve ligada ao cruzamento do currículo oficial (3.º e 4.º ano de escolaridade) com o potencial de exploração didática do brinquedo por eles construído. O brinquedo que se revelou mais frágil foi a Cineca criativa (fig. 2B).

Figura 2. Casa dos brinquedos com ciências (A); Cineca criativa (B); Robot hidráulico (C)

Quanto à última categoria de análise, exploração didática permitida e adequação do brinquedo à faixa etária a que se destinava, todos os brinquedos se revelaram adequados à faixa etária podendo alguns ser passíveis de serem utilizados com crianças mais novas ou mais velhas consoante o tipo de exploração didática que se pretendia. É, disso exemplo, o brinquedo Centauro (fig. 3B) cujo princípio de funcionamento se baseava nas máquinas simples e que permitia colocar a cabeça e as pernas do cavalo em movimento por manipulação de uma alavanca que se encontrava no dorso do cavalo. Esta manipulação poderia ser efetuada por alunos de todas as idades.

Figura 3. Mecanoquinta (A); Centauro (B)

Também a Mecanoquinta (fig.3A) envolvia diferentes conceitos de física e química. Por exemplo o trator podia ser movido para trás ou para a frente por ação de um íman, envolvendo fenómenos de atração e repulsão entre os polos dos ímanes, dado que no interior do trator, existia um íman para permitir observar esse fenómeno. Como se pode constatar pela análise das figuras todos os brinquedos foram construídos com materiais de baixo custo. A reciclomoto é disso exemplo pois foi toda construída com cápsulas de latas de refrigerante, a chapa das referidas latas, palitos e a base das latas tal como se pode observar na figura 4.

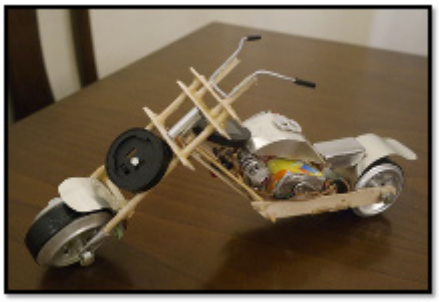


Figura 4. Reciclomoto: as energias em movimento

Conclusões

As conclusões deste estudo apontam para as potencialidades da exploração dos brinquedos, defendidas pelos diferentes autores, quer no contributo que podem dar na (re)construção dos conhecimentos científicos, quer na sua aplicação didática desses brinquedos na exploração de conceitos físicos e químicos passíveis de serem aplicados a diferentes contextos educativos.

Os futuros professores educadores mostraram-se capazes de dar resposta a esses desafios conseguindo encontrar nos programas oficiais os temas e conteúdos onde os brinquedos poderiam ser aplicados e explorados com os alunos, ou mesmo construídos em conjunto. Considera-se que o objetivo deste estudo foi alcançado tendo os resultados revelado que os estudantes conseguiram responder aos desafios de forma eficaz e com muita criatividade. A resolução dos diferentes problemas com que se foram deparando, ao longo das sessões, revelou-se também como um aspeto muito positivo indo ao encontro do defendido por diferentes autores quando afirmam que se deve valorizar o potencial do brinquedo nas aprendizagens de crianças e de adultos. Também se conclui que o prazer envolvido na construção do brinquedo não se aplica apenas às crianças, também os adultos revelaram elevados níveis de interesse e entusiasmo durante todo o processo de construção e de apresentação. Tal como referem Stein e Miller (1997), quer durante a construção do brinquedo, quer no produto final que se consegue alcançar, crianças

e adultos revelam níveis elevados de envolvimento na resolução dos diferentes problemas que vão surgindo ao longo de todo o processo conseguindo envolver os observadores nesse prazer associado ao ato de brincar.

Referências bibliográficas

Bomtempo, E. (1999). Brinquedo e Educação: na Escola e no Lar. *Psicologia Escolar Educacional*, *3*(1), 61-69.

Cordazzo, S. T. (2008). *Influência do brincar no desempenho motor, cognitivo e social de crianças em idade escolar no Brasil e em Portugal* (tese de doutoramento). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91645/257942.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Coutinho, C. P. (2015). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Edições Almedina, S. A.

Einstein, E. (2005). *Querido Professor Einstein*. Porto: Edições ASA.

Figueiroa, A. M. (2012). *Trabalho experimental em contexto de prática de ensino supervisionada*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Hecker, J. (2011). *Os pequenos cientistas. Experiências para fazer em casa e na escola*. Barcarena: Editorial Presença.

Kishimoto, T. M. (1995). O Brinquedo na educação: considerações históricas. *Série Idéias*, *7*, 39-45.

Medeiros, A. & Medeiros, C. F. (2005). Einstein, a física dos brinquedos e o princípio da equivalência. *Caderno Brasileiro Ensino da Física*, *22*(3), 299-315.

Stein, M. & Miller, D. (1997). Teaching with Toys. *The Science Teacher*, *64*(4), 22-25.

Trindade, V. (2007). *Práticas de formação. Métodos e técnicas de observação, orientação e avaliação (em supervisão)*. Lisboa: Universidade Aberta.

Wendell, K. & Lee, H. (2010). Elementary Students' Learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal Science Education Technology, 19*, 580-601 DOI: https://dx.doi.org/10.1007/s10956-010-9225-8

Emociones y ciencia en la formación de profesorado: Un cambio factible

Carolina Pipitone Vela, Fina Guitart, Carlos Agudelo Carvajal y Àngela García LLadó

Departament d'educació lingüística i literària i de didàctica de les ciències experimentals i de la matemática. Universitat de Barcelona

Cpipitone@ub.edu

Resumen:

En este trabajo identificamos las emociones de los futuros maestros (FM) en relación con la física y la química, además de buscar evidencias de que estas sean modificadas a lo largo del contexto de la asignatura Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción (DMEI). Después de pasar un cuestionario a los FM sobre sus emociones antes y después de la asignatura, los resultados muestran una modificación notable de emociones negativas hacia emociones positivas. Dichos cambios se relacionan con la metodología de trabajo implementada en la asignatura, concretamente con el carácter experimental que tiene. Los resultados también sugieren el reto de favorecer que los FM valoren la importancia que tienen los aspectos emocionales del aprendizaje, así como el hecho de dar sentido a los conocimientos.

Palabras Clave: Emociones, Formación docente, Física, Química, Educación primaria.

Introducción

La finalidad de este trabajo es identificar las emociones relacionadas con la física y la química que explicitan los estudiantes de segundo curso de grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Barcelona en el contexto de la asignatura “Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción” (DMEI). También nos proponemos determinar si estas emociones son modificadas y, en caso de que cambien, nos planteamos conocer y analizar las causas que argumentan los alumnos como sus razones de cambio.

Marco teórico

Según Hargreaves (1998), las emociones son el corazón de la enseñanza; ellas incluyen sus cualidades más dinámicas, ya que son fundamentalmente el motor de la enseñanza. Por este motivo se explica el rol destacado de las emociones en el contexto escolar, con un impacto especial en la construcción de la “identidad profesional” de los futuros maestros (Zembylas, 2003). En este trabajo nos proponemos identificar las emociones que expresan tener los FM en relación con la física y la química al iniciar la asignatura de DMEI e identificar posibles cambios al finalizar el curso.

En la literatura del área ya desde hace más de una década se hace referencia a las actitudes negativas que tienen los estudiantes hacia las asignaturas de ciencia (Mellado et al., 2014; Vázquez & Manassero, 2008). Tal y como mencionan Murphy & Beggs (2003), se evidencia un punto de inflexión en sus actitudes hacia la ciencia al concluir la educación primaria, aumentando el desin-

terés, el aburrimiento y las experiencias asociadas al fracaso. Esta perspectiva es compartida por diversas investigaciones (Osborne, Driver, & Simon, 1998; Vázquez & Manassero, 2008).

Si bien nuestro objeto de estudio no son las niñas y niños sino sus FM, se da el caso de que el 70% estos FM han hecho ciencias por última vez en la ESO, por lo tanto, su actitud/emociones hacia las asignaturas de física y química han sido formadas en esa etapa educativa. Además, los FM serán quienes tendrán que intentar reducir ese decaimiento en la valoración de las ciencias cuando ejerzan como docentes, así como promover una valoración positiva.

Las emociones y el dominio del contenido

En la formación de los FM nos encontramos que los alumnos acceden a la asignatura con un dominio insuficiente del contenido científico y eso nos lleva a preguntarnos ¿Qué sucede con las emociones cuando no se dominan ciertos contenidos de la asignatura? Diversos estudios hacen referencia a la importancia que tiene el dominio del conocimiento científico. Por ejemplo, Cañal (2000) señala que la escasa formación en contenidos científicos puede generar "analfabetismo funcional" respecto a la cultura científica, lo que supone una limitación para la enseñanza y una barrera para el cambio didáctico, ya que el profesorado se muestra más inseguro y con menos confianza en la enseñanza de las ciencias (Mellado, 2003).

Como consecuencia de esta inseguridad el profesorado se vuelve más dependiente del libro de texto, dedica menos tiempo de clase a aquellos temas que no domina y le resulta más difícil detectar las ideas alternativas y/o las dificultades de aprendizaje (Appleton, 1995; Harlen & Holroyd, 1997). En términos de Gess-Newsome (2002) reemergen los comportamientos de un profesor novato; es decir, se dedica a la gestión del trabajo del estudiante en lugar de acompañar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Hollon, Roth, & Anderson, 1991).

Estos aspectos no son triviales ya que favorecen el desarrollo del círculo vicioso que incluye, por un lado, la reproducción de clases tradicionales, transmisoras y poco conectadas con la realidad; y, por otro lado, clases poco motivadoras y cargadas de inseguridad. Estos dos aspectos condicionarían a los FM a perpetuar ese desagrado hacia las asignaturas de ciencias en sus futuros alumnos.

¿Por qué nos interesan las emociones de los FM?

Nos proponemos abordar las emociones desde una "perspectiva socioconstructivista" en donde estas son concebidas como resultados de relaciones culturales, sociales e ideológicas (Hugo, Sanmartí, & Adúriz-Bravo, 2013; Zembylas, 2003). Desde este marco de referencia Zembylas (2001) sostiene que las emociones que los maestros experimentan y expresan se construyen en relaciones sociales y sistemas de valores en sus familias, culturas y contextos escolares. Estas relaciones y valores influyen profundamente en cómo y cuándo se construyen, expresan y comunican las emociones individuales. Por este motivo consideramos relevante incidir desde la formación de FM en la construcción de estas emociones. Para ello se requiere hacer explicitas las emociones de los FM con la finalidad de evidenciarlas, reflexionar sobre ellas, y a partir de esta reflexión abordar la necesidad de cambio.

Objetivos

Los objetivos planteados para este trabajo son:

- Identificar y explicitar las emociones de los FM en relación con la física y la química antes de comenzar la asignatura de DMEI.
- Identificar y explicitar las emociones de los FM en relación con la física y la química después de cursar la asignatura de DMEI.

En caso de que haya modificación de las emociones:

- Identificar y explicitar las causas que argumentan el cambio.
- Reflexionar sobre el papel de explicitar las emociones respecto a la física i la química y la planificación de momentos para hacerlo en clase.

Metodología

El trabajo se realiza en dos etapas, una etapa inicial en la que se busca recuperar información sobre los FM antes de comenzar la asignatura; la semana previa al comienzo de clases se envía a través del Campus Virtual un formulario digital.

El formulario recoge preguntas básicas como, por ejemplo: género, modalidad del bachillerato/ciclo formativo cursado, edad, etc. Además, se incluyen preguntas más relevantes para el trabajo como, por ejemplo: ¿Cuándo fue la última vez que has hecho una asignatura de ciencias?, Di tres emociones que te vengan a la cabeza cuando piensas en física y química.

El primer día de clase se presenta a los FM una imagen de una nube de palabras en la que destacan aquellas emociones más comunes entre los FM. Se reflexiona sobre aquellas que más se mencionan y sobre la implicación que pueden tener en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La segunda etapa de recogida de datos se realiza una semana antes de finalizar las clases de DMEI. Se pasa un segundo formulario con las mismas preguntas básicas y se añaden preguntas que hacen referencia a la argumentación del cambio (o no) de emociones que han experimentado. Posteriormente se reflexiona en clase a partir de una nueva nube de palabras que recoge las emociones más frecuentes de los FM.

Los datos analizados corresponden a 6 grupos de clase del curso 2016-2017. De estos grupos se obtienen 102 respuestas del formulario inicial y 104 respuestas del formulario final. Una vez identificadas las correspondencias entre PRE/POST formularios, obtenemos un total de 56 FM que responden a ambos.

El proceso de análisis de los datos se ha llevado a cabo utilizando la categorización propuesta por Mellado (2014). El grupo de **emociones positivas**: Orgullo, Tranquilidad, Placer, Simpatía, Entusiasmo, Confianza, Satisfacción, Capacidad, Diversión, Motivación, Interés y Curiosidad a las cuales hemos agregado *Sorpresa*; y el grupo de **emociones negativas**: Ira; Miedo; Tensión; Preocupación; Odio; Ansiedad; Desesperación; Nerviosismo; Impotencia; Frustración; Aburrimiento y Agobio a las cuales hemos agregado *Inseguridad.*

Posteriormente, en un segundo nivel de análisis se identifican los argumentos que han utilizado los FM para justificar su cambio (o no) de emociones.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados más destacados de la investigación en tres apartados: emociones antes de comenzar DMEI, emociones al acabar DMEI y justificación de los cambios.

Etapa inicial: antes de comenzar DMEI

Los resultados más relevantes que hemos obtenido (Fig. 1) muestran un considerable predominio de las emociones negativas frente a las positivas. Dentro de las emociones más mencionadas en los cuestionarios analizados, la primera es la **inseguridad** (en un 60% de las respuestas), seguida por la **curiosidad** (36%). En tercer lugar, aparecen la **motivación** y el **miedo** (23,6%), seguidas por la **ansiedad** y la **frustración** (20%) y la **confianza** (18,2%).

Los alumnos hacen referencia a las inquietudes que tienen sobre la asignatura, a la posibilidad de cambiar las malas experiencias vividas en la etapa de educación obligatoria, y a la inseguridad de poder lograr los objetivos de DMEI. Tal y como se recupera en el siguiente ejemplo:

> "Como hace muchos años que no estoy en contacto con la rama científica, me da un poco de respeto, dado que la experiencia previa no fue muy satisfactoria. Relacionado con esto, me preocupa que haya contenidos que se den por sabidos y me sienta perdida durante las clases." [13_3A]

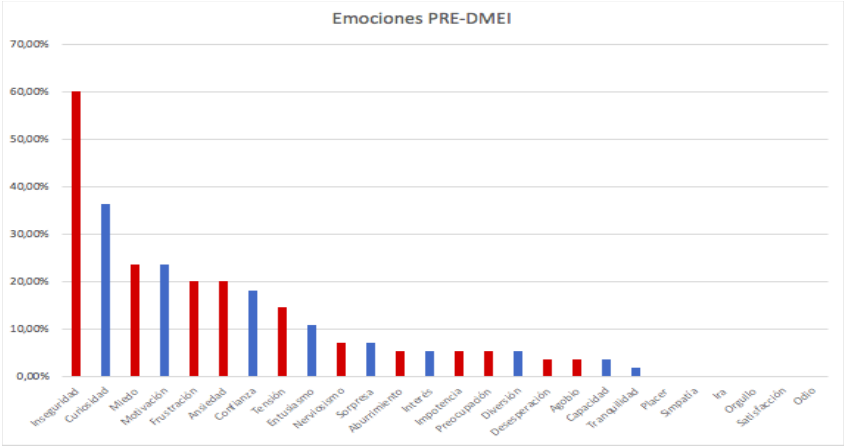


Figura. 1. Porcentajes de emociones positivas y negativas mencionadas antes de DMEI

Etapa final: después de cursar DMEI

Las respuestas recogidas en el cuestionario final (Fig. 2) nos muestran un cambio considerable en relación con la etapa inicial. El más destacable se refiere a la **inseguridad** que solo es mencionada en un 7% de las respuestas y a la **curiosidad que** aumenta a un 58%.

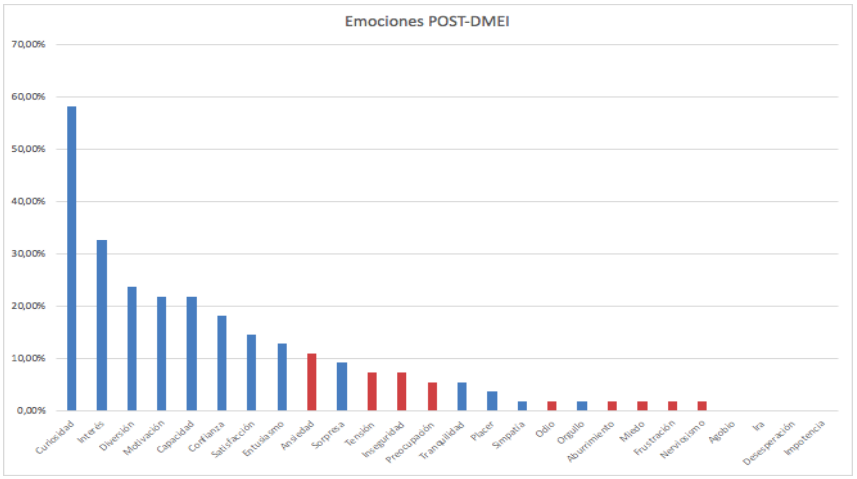


Figura. 2. Porcentajes de emociones positivas y negativas mencionadas después de DMEI

También destacamos la diversidad de emociones positivas que mencionan los alumnos y el incremento de su frecuencia en el discurso, como es el caso del **interés** que en la etapa final llega a un 32,7%. Otra emoción que evidencia el cambio de actitud es la **diversión** con un 23,6% después de haber cursado la asignatura.

Las emociones negativas disminuyen significativamente, pasando de un 60% de las menciones a un 10% la que tiene más.

Valoramos también positivamente el cambio en la **capacidad,** que pasa de un valor inferior al 5% a un valor superior al 30%; y que es de especial relevancia si se compara con el porcentaje de la **inseguridad,** de casi un 60% en el formulario inicial e inferior al 10% en el final. Uno de los principales objetivos de la asignatura es capacitar a FM y disminuir su inseguridad, y en este sentido, el análisis nos permite evidenciar resultados satisfactorios, aunque siempre mejorables.

Justificación del cambio de actitud

Un 85,5% de los alumnos reconoce haber cambiado las emociones después de cursar la asignatura. Entre las causas que argumentan encontramos que un 63 % de los alumnos mencionan la metodología utilizada en DMEI como la principal razón para este cambio.

> "La manera de hacer en las clases y la dinámica de la asignatura, tanto parte práctica como teórica me han hecho ver el mundo de la física desde otro punto de vista." [13-3A]

La mayoría de los FM que mencionan la palabra "teoría" la relacionan con sentimientos negativos, sobre todo antes de cursar la asignatura. En la justificación del cambio muchos mencionan que la metodología es el aspecto que les ha hecho modificar sus emociones respecto a las ciencias. Hacen referencia a que la metodología utilizada ha favorecido la significatividad de los contenidos trabajados, y ha cambiado su visión de una ciencia sólo teórica y alejada de la realidad a una ciencia más cercana y útil.

> "…hace que todo aquello que no habías querido conocer comience a tener sentido" [2_5D]

El trabajo experimental también ha favorecido el cambio ya que un 48% de los alumnos hacen referencia a ello. Este tipo de actividades ponen de manifiesto la importancia de la implicación del alumno en el proceso de construcción del conocimiento.

> "Esperaba que fuera una asignatura más teórica, y he visto que a través de la práctica he aprendido muchas cosas que no me imaginaba, y el hecho de compartir las ideas previas entre todos me ha servido para aprender de los demás y luego comprobar si los conocimientos previos que teníamos eran correctos y si no modificar nuestro conocimiento." [31_5D]

Entre otros argumentos que mencionan los FM (un 32%), encontramos la actitud del docente como facilitador del cambio.

> "A las facilidades que nos ha dado la maestra para entender el temario y comprender todos aquellos conocimientos que no creía posibles entender y aprender." [19_5A]

Algunos alumnos mencionan como relevante el hecho de que los docentes no penalicen el error, utilizándolo como punto de partida para modificar y construir sus conocimientos como también la posibilidad de aumentar su seguridad personal.

> "La forma en que se ha impartido la clase y el hecho de no penalizar el error, dejando un espacio donde cada uno puede aportar su opinión sin miedo. Eso ha favorecido mejorar mi seguridad" [23_1A]"

Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es la importancia de explicitar las emociones de los FM como punto de partida para poder reflexionar sobre ellas durante todo el proceso de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de favorecer una modificación en la actitud hacia las ciencias. Como

docentes consideramos que para que los cambios perduren y se consoliden, es imprescindible que se expliciten y valoren conjuntamente, y de aquí la importancia de dedicar momentos a presentar y explicitar los cambios emocionales entre el inicio y el final de curso.

Los FM evidencian un cambio significativo con respecto a las emociones que explicitan, pasando de una actitud negativa y poco favorable para el aprendizaje de las ciencias hacia una actitud positiva y facilitadora del aprendizaje de las ciencias. También se pone de manifiesto el cambio de una percepción de la física y la química teóricas, desvinculadas de sus vidas, a una visión en la que los conocimientos adquieren sentido.

La principal razón que fundamenta el cambio emocional positivo es la metodología utilizada en la asignatura. Los alumnos destacan la parte experimental como el hecho facilitador que da sentido a la teoría y que, de esta manera les permite adquirir seguridad a la hora de construir y compartir conocimiento científico.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

Bibliografía

Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, *17*(3), 357-369.

Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Alambique*, *24*, 46-56.

Gess-Newsome, J. (2002). Secondary Teachers' Knowledge and Beliefs about Subject Matter and their Impact on Instruction. En J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Vol. 6). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Hargreaves, A. (1998). The Emotional Practice of Teaching. *Teaching and Teacher Education*, *14*(8), 835-854.

Harlen, W., & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, *19*(1), 93-105.

Hollon, R., Roth, K., & Anderson, C. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. En Brhopy, J. (Ed.), *Advances in research on teaching* (Vol. 2, pp. 145-186). Greenwich (CT): JAI Press.

Hugo, D. V. H., Sanmartí, N., & Adúriz-Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *31*(1). https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.606

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, *21*(3).

Mellado, V. M., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., & Al, E. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *32*(3), 11-36.

Murphy, C., & Beggs, J. (2003). Children's perceptions of school science. *School Science Review Number 308 - The Association for Science Education*, *84*(308), 109-116.

Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes To Science: Issues and Concerns. *School Science Review*, *79*(288), 27-33.

Vázquez Alonso, Á., & Manassero–Mas, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias - 2008, 5(3) pp. 274-292*.

Zembylas, M. (2003). Emotions and Teacher Identity: A poststructural perspective. *Teachers and Teaching*, *9*(3), 213-238.

Ideas previas de los estudiantes del máster de profesorado de ciencias experimentales sobre la Identidad Profesional Docente

Alfonso Pontes Pedrajas[1], Elisa Pérez Gracia[2] y Rocío Serrano Rodríguez[3]

[1]Departamento de Física Aplicada. [2]Investigadora Postdoctoral. [3]Departamento de Educación
Universidad de Córdoba

apontes@uco.es

Resumen:

En este trabajo se han explorado las ideas sobre la Identidad Profesional Docente (IPD) de los estudiantes de ciencias experimentales del Máster de Enseñanza Secundaria (MAES). El estudio forma parte de una investigación sobre el pensamiento inicial de los estudiantes del máster en aspectos relacionados con el desarrollo profesional y el interés por la docencia. Tras una etapa anterior del proyecto donde se analizaron las concepciones previas de futuros docentes sobre tales temas, se ha diseñado un nuevo cuestionario de escala Likert que han cumplimentado 155 estudiantes del área de ciencias del MAES durante varios cursos académicos. En este proceso se han recogido numerosos datos de interés, pudiendo resaltar entre otros resultados la convergencia de pensamiento entre estudiantes de diferentes especialidades del área de ciencias y la importante relación entre la identidad profesional y el desarrollo de competencias docentes ligadas a aspectos metodológicos y las interacciones sociales en el contexto educativo.

Palabras clave: Máster de Profesorado, Enseñanza Secundaria, Ciencias Experimentales, Identidad Profesional Docente, Opiniones del alumnado.

Introducción y fundamento

Numerosos estudios sobre el pensamiento docente han puesto de manifiesto que los profesores noveles de ciencias y profesores en formación poseen ideas, actitudes y motivaciones respecto de la enseñanza, el aprendizaje y otros aspectos de la educación científica que influyen, de manera importante, en la construcción del conocimiento profesional para el ejercicio de la docencia (Fuentes, García y Martínez, 2009; Solís, Martín, Rivero y Porlán, 2013; Buldur, 2017; Rodriguez-Arteche y Martinez-Aznar, 2018). En esta línea de investigación venimos trabajando, desde hace tiempo, en un proyecto de mejora de la formación inicial docente que se lleva a cabo en el máster de enseñanza secundaria (MAES), donde desempeña un papel importante la exploración y la discusión en el aula de las ideas de los futuros docentes sobre los procesos educativos, las competencias necesarias para enseñar ciencias y otros muchos aspectos que afectan al desarrollo de la profesionalidad docente (Pontes, Serrano y Poyato, 2013).

En relación con esta temática, hay estudios que ponen el acento en el papel que desempeña el proceso de identificación con la profesión docente, por parte de los profesores en formación, en el desarrollo de valores que pueden ser importantes para avanzar en el desarrollo profesional, como pueden ser la vocación intrínseca por la docencia, el compromiso con la mejora de la

educación, la capacidad de reflexión y autocrítica, la flexibilidad para adaptarse a los cambios y la necesidad de mejorar la propia formación teórica y práctica (Beijaard, Meijer, y Verloop, 2004; Flores y Day, 2006; Esteve, 2009). Pero los estudios citados son de ámbito general y hay pocos estudios que aborden el desarrollo de la Identidad Profesional Docente (IPD) en el contexto de la formación del profesorado de ciencias experimentales o se trata de estudios desarrollados en otros países y en un contexto formativo diferente al nuestro (Smith y Darfler, 2012; Cameron y Grant, 2017). Por ello estamos desarrollando actualmente un proyecto de investigación orientado a explorar la visión de la IPD que presentan los futuros profesores de enseñanza secundaria y de los factores que influyen en el proceso de identificación con la profesión docente. En la primera fase del citado proyecto se llevó a cabo un estudio cualitativo en el que se analizaron las opiniones de un conjunto de estudiantes del MAES, del área de ciencias experimentales, recogidas a partir de un conjunto de cuestiones abiertas, que formaban parte de la programación de actividades de aula de una materia del módulo específico del citado máster (Serrano y Pontes, 2016).

En la segunda fase del citado proyecto pretendemos profundizar en esta línea de investigación, utilizando nuevos instrumentos y técnicas de indagación, para tratar de conocer cómo se desarrolla el proceso de construcción de la IPD de los estudiantes del MAES y qué implicaciones se derivan de este proceso para mejorar la calidad de la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. Dentro de este marco general, al desarrollar este estudio pretendemos centrarnos en explorar las ideas previas de los futuros docentes del área de ciencias experimentales sobre la noción global de la IPD, analizando las similitudes y diferencias sobre este tema entre el alumnado del máster de las especialidades de Física-Química y Biología-Geología y estudiar la extensión de las principales creencias que configuran la noción de IPD.

Método

Para desarrollar esta investigación se ha diseñado un cuestionario tomando como referencia los resultados obtenidos en el estudio cualitativo anterior. El cuestionario permite recoger datos de 48 variables, organizadas en dos bloques (Pérez, Serrano y Pontes, 2018). El primero corresponde a una sección inicial de 8 variables relacionadas con diversos datos socio-demográficos de los participantes y el segundo corresponde a una escala Likert de 40 ítems que está organizada en cinco secciones relacionadas con los aspectos siguientes: elementos que caracterizan o definen globalmente la IPD (15), desarrollo de la IPD en diferentes etapas educativas (7), diferencias en la construcción de la identidad profesional entre docentes y otros profesionales (7), momento en el que se inicia el desarrollo de la IPD (5) y aspectos que contribuyen al desarrollo de la IPD (6). Todos los ítems de esta escala tienen cinco opciones de respuesta, que van desde 1 (desacuerdo total) hasta 5 (acuerdo total).

El cuestionario global ha superado la fase de validación externa (validez de contenido) mediante la opinión de un conjunto de 5 expertos en investigación educativa, que han valorado la relevancia, pertinencia, intensidad, claridad y exhaustividad de las preguntas de la escala y han ayudado a depurar algunos ítems de la versión inicial del cuestionario. En la actualidad se está llevando a cabo el proceso de validación interna (validez de constructo), aplicando técnicas de análisis factorial exploratorio (y confirmatorio) con diversos paquetes estadísticos, cuyos resultados se mostrarán en un trabajo posterior. Para estudiar la fiabilidad del cuestionario se ha realizado el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach obteniendo un valor de 0.875, que puede considerarse adecuado.

Los datos de este estudio se han obtenido aplicando el citado cuestionario a los grupos de estudiantes de las especialidades de ciencias experimentales (FQ y BG), al inicio del módulo específico del MAES de la Universidad de Córdoba (España), en la asignatura de Complementos de Formación Disciplinar, que incluye un tema dedicado al Perfil Profesional del profesorado de ciencias. Se han recogido datos durante cuatro cursos académicos consecutivos (desde 2014-15

hasta 2017-2018), participando en conjunto 165 estudiantes del MAES, tales que el 57'2 % son mujeres y el resto hombres. La edad media de la muestra era de 26,8 años. El primer grupo (G1/FQ) está integrado por 63 estudiantes de la especialidad de Física y Química y el segundo grupo (G2/BG) está integrado por 102 estudiantes de la especialidad de Biología-Geología, incluyendo en tales grupos a los estudiantes de los cuatro cursos de cada especialidad.

Tras la recogida de datos se han aplicado diversas pruebas estadísticas encaminadas a conocer la fiabilidad y validez interna del cuestionario, la influencia de algunas variables socio-demográficas (edad, género, curso, especialidad, experiencia docente,…) en la construcción de la IPD y otras pruebas de análisis descriptivo encaminadas a conocer la extensión de las ideas de los estudiantes en cada uno de los ítems del cuestionario. Por limitaciones de espacio, en este trabajo sólo se analizan los resultados de los ítems de la primera sección del cuestionario, cuyos enunciados se muestran en la tabla 1 del siguiente apartado.

Avance de resultados

En primer lugar se analizan las similitudes y diferencias sobre este tema entre el alumnado del MAES de las especialidades de Física-Química y Biología-Geología, cuyos resultados se muestran en la tabla 1 y después se estudia la extensión de sus ideas sobre la IPD.

Contraste de resultados entre grupos

Se ha estudiado si la variable curso académico influye en las ideas de los futuros docentes de ciencias sobre la IPD, realizando un análisis de la varianza de un factor y observando que no hay diferencias significativas en los resultados de los diferentes cursos académicos que ha durado el proyecto. Posteriormente se ha analizado cómo influye la variable especialidad en las ideas

Tabla 1. Comparación de medias entre grupos en los ítems relacionados con la noción general de Identidad Profesional Docente

Enunciado de los ítems	Medias		T-Student	
	G1	G2	t	p
1) Poseer una capacidad adecuada para enseñar	3,79	3,94	-,85	,394
2) Sentir un grado elevado de compromiso con la profesión docente	4,19	4,21	-,11	,910
3) Disponer de una formación general amplia sobre educación y docencia	3,74	3,92	-1,12	,265
4) Construir una imagen positiva de uno mismo como aspirante a profesor	3,55	3,72	-,87	,383
5) Saber adaptarse a los cambios educativos en función de las circunstancias	4,12	4,21	-,58	,558
6) Utilizar y dominar las técnicas de comunicación docente	4,19	4,28	-,63	,525
7) Mostrar interés por conocer y comprender a los alumnos	4,41	4,51	-,75	,449
8) Integrar en la docencia las nuevas Tecnologías	3,67	3,85	-1,21	,058
9) Combinar adecuadamente el saber teórico y práctico sobre la docencia	4,12	4,14	-,12	,900
10) Preocuparse por las relaciones humanas que se producen en el contexto educativo	4,12	4,15	-,18	,857
11) Capacidad para gestionar el trabajo en el aula y resolver posibles conflictos	4,31	4,26	,32	,750
12) Disponer de una elevada autoestima como enseñante	3,86	3,92	-,32	,746
13) Tener un buen dominio de los conocimientos de la propia disciplina	3,95	4,02	-,43	,666
14) Motivación para despertar en el alumnado el interés por el aprendizaje	4,48	4,49	-,03	,982
15) Adoptar una postura reflexiva y autocrítica con respecto a la práctica docente	4,19	4,26	-,48	,629

previas de los participantes sobre este tema, utilizando las pruebas de contraste no paramétrico de Mann-Witney y de Kolmogorov-Smirnof para dos muestras independientes, pero no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los ítems para esta variable, hecho que se ha podido corroborar aplicando también la prueba T de Student.

En la parte izquierda de la Tabla 1 se muestran los enunciados de los ítems sobre la noción global de IPD y en las columnas del centro se muestran los valores medios de cada ítem en ambos grupos G1/FQ y G2/BG, observando valores muy parecidos para ambos grupos en todos los ítems. En la parte derecha de dicha tabla se muestra el resultado de la prueba T de Student de contraste de valores medios, observando que no hay diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas. El hecho de que los estudiantes de los grupos G1 (FQ) y G2 (BG) muestren unas creencias similares en torno a la noción global de IPD nos ha llevado a considerar que ambos grupos forman parte de una misma muestra, representativa del alumnado de ciencias experimentales del MAES. Ello nos ha permitido realizar posteriormente un estudio descriptivo de frecuencias observadas en cada ítem, para toda la muestra, con vistas a analizar el grado de extensión de las diferentes creencias sobre la construcción de la Identidad Profesional Docente.

Extensión de las ideas previas sobre Identidad Profesional Docente

A continuación se analiza la extensión de las ideas previas de los futuros docentes de ciencias experimentales sobre los diferentes aspectos que configuran la noción de IPD. En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de frecuencias relativas (%) en los cinco niveles de respuesta de cada ítem.

Tabla 2. Frecuencias relativas (%) de los ítems relacionados con la noción global de IPD

Niveles	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
(1)	3,6	1,2	1,8	7,3	1,8	1,2	0,6	3,6
(2)	7,9	3,0	6,1	9,1	4,2	4,9	3,0	9,7
(3)	18,8	14,5	24,8	20,6	17,0	8,5	7,3	17,6
(4)	35,2	37,6	39,4	36,4	27,9	39,4	26,1	39,4
(5)	34,5	43,6	27,9	26,7	49,1	46,1	63,0	29,7
Niveles	**V9**	**V10**	**V11**	**V12**	**V13**	**V14**	**V15**	**---**
(1)	3,0	2,4	1,8	3,6	2,4	1,2	1,8	---
(2)	3,6	3,0	2,4	4,2	4,8	2,4	4,2	---
(3)	11,6	15,8	13,3	20,6	20,6	9,1	10,3	---
(4)	41,8	35,2	30,3	41,2	35,2	21,2	36,4	---
(5)	40,0	43,6	52,1	30,3	37,0	66,1	47,3	---

Agrupando tales frecuencias por los extremos y centrando el foco en las opiniones favorables (niveles 4 y 5) se observa que hay un amplio nivel de acuerdo por parte de los participantes con respecto a los diversos aspectos que configuran la noción global de IPD, aunque se pueden observar ciertos bloques de ideas que presentan un mayor nivel de extensión que otros. En concreto los aspectos que alcanzan un nivel de acuerdo más elevado (superior al 85 %) son los siguientes: Mostrar interés por conocer y comprender a los alumnos; Poseer motivación profesional para despertar en el alumnado el interés por el aprendizaje; Adoptar una postura reflexiva y autocrítica con respecto a la práctica docente; Combinar adecuadamente el saber teórico y práctico sobre la docencia; Utilizar y dominar las técnicas de comunicación docente y Disponer de capacidad para gestionar el trabajo en el aula y resolver posibles conflictos.

En un segundo grupo, se encuentran ideas sobre la IPD que alcanzan un grado de acuerdo algo más bajo que las anteriores, aunque sigue siendo elevado (entre el 85 y 75 %): Saber adaptarse a los cambios educativos en función de las circunstancias; Sentir un grado elevado de compromiso con la profesión docente; Preocuparse por las relaciones humanas que se producen en el contexto educativo; Desarrollar la autoestima como enseñante; Poseer un buen dominio de los conocimientos de la propia disciplina.

Por último, en el tercer grupo se incluyen ideas de los futuros docentes de ciencias sobre la IPD que presentan también un buen grado de aceptación, aunque su extensión es un poco menor que en los casos anteriores (entre el 75 y 65 %): Integrar en la docencia las nuevas Tecnologías; Poseer una capacidad adecuada para enseñar; Disponer de una formación amplia sobre educación en general y sobre docencia en la propia disciplina; Construir una imagen positiva de uno mismo como aspirante a profesor.

Conclusiones

En este trabajo se han mostrado los resultados de un estudio descriptivo de las ideas de los estudiantes del MAES de ciencias experimentales, sobre la construcción de la Identidad Profesional Docente, utilizando un test de escala Likert elaborado a partir de las opiniones sobre este tema recogidas en la etapa anterior mediante cuestiones abiertas (Serrano y Pontes, 2016). Previamente se comprobó que el nuevo cuestionario posee unos rasgos adecuados de fiabilidad y validez como instrumento de investigación (Pérez et al., 2018).

En este estudio hemos observado, por una parte, que los futuros docentes de Física-Química y de Biología-Geología presentan unas ideas previas sobre la IPD bastante similares. Por otra parte, ambos grupos de estudiantes del MAES relacionan el desarrollo de la IPD con poseer una serie de cualidades de especial interés para el ejercicio de la actividad docente (interés por el aprendizaje de los alumnos, autoestima, compromiso con la educación, capacidad de adaptación a los cambios, importancia de la formación docente, preocupación por las relaciones humanas que se producen en los contextos educativos, capacidad de reflexión y autocrítica,…) y, sobre todo, con adquirir determinadas competencias profesionales que son básicas para ejercer la docencia en centros de enseñanza secundaria (transformar la formación científica en capacidad de acción didáctica; motivar al alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias; utilizar y dominar las técnicas de comunicación docente; integrar las TIC en la enseñanza de forma efectiva; aprender a resolver conflictos y gestionar adecuadamente los procesos educativos en el aula,…). Tales aspectos también se han señalado como elementos importantes para el ejercicio adecuado de la profesión docente y la mejora de la calidad educativa (Beijaard et al., 2004; Flores y Day, 2006).

Los resultados de este trabajo han confirmado las principales conclusiones de los estudios realizados en la fase previa de esta investigación (Serrano y Pontes, 2016) y en cierta medida son convergentes con las conclusiones de otros estudios que abordan el desarrollo profesional del profesorado de ciencias desde otras perspectivas (Solís et al., 2013). Desde nuestro punto de vista, el hecho más relevante es que los futuros profesores de ciencias muestran interés por el desarrollo de la identidad profesional docente desde el inicio del MAES y que su visión de la IPD está bastante relacionada con el interés por adquirir unas competencias profesionales adecuadas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Avramidou, 2014; Cameron y Grant, 2017). Por ello debemos destacar la necesidad de tener en cuenta estos resultados a la hora de diseñar el proceso de formación inicial de los futuros profesores de ciencias, tanto por parte de los responsables académicos como de los profesores que imparten docencia en el MAES. En tal sentido, consideramos conveniente incluir en el diseño curricular del máster el tema de la identidad profesional docente, ligado al conocimiento didáctico del contenido y al desarrollo del currículum educativo de cada especialidad (Pérez et al., 2018). En este sentido se están desarrollando actividades de reflexión sobre el tema, en varias materias del módulo específi-

co del MAES, tratando de relacionar el desarrollo profesional con el uso de estrategias y recursos didácticos de carácter innovador, en las especialidades de ciencias experimentales y tecnología.

Por limitaciones de espacio, en este trabajo nos hemos centrado en analizar las ideas de los futuros docentes sobre los elementos que caracterizan globalmente la IPD, dejando para un trabajo posterior el análisis de las ideas de tales sujetos sobre el desarrollo de la IPD en diferentes etapas educativas, las diferencias en la construcción de la identidad profesional el momento en el que se inicia el desarrollo de la IPD y aspectos que en su opinión contribuyen en mayor medida al desarrollo de la Identidad Profesional como profesores de ciencias en centros de enseñanza secundaria. Por otra parte, también convendría ampliar esta investigación realizando un estudio longitudinal donde se valore el progreso en las ideas personales sobre la enseñanza y el desarrollo de la profesionalidad docente (Buldur, 2017), desde los inicios de la formación teórica hasta el ejercicio de la práctica educativa en centros de secundaria, porque hay estudios donde se han detectado diferentes crisis de identidad entre las expectativas originadas por la formación académica y el choque con la complejidad de la realidad educativa (Esteve, 2009; Smith y Darfler, 2012).

Referencias Bibliográficas

Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity: current insights and future research directions. *Studies in Science Education, 50* (2), 145-179.

Beijaard, D., Meijer, P. C. and Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education, 20,* 107-128.

Buldur, S. (2017). A Longitudinal Investigation of the Preservice Science Teachers' Beliefs about Science Teaching during a Science Teacher Training Programme. *International Journal of Science Education*, 39 (1), 1-19

Cameron, D. and Grant, A. (2017). The role of mentoring in early career physics teachers' professional identity construction. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education, 6* (2), 128-142

Esteve, J. M. (2009). La formación de profesores: bases teóricas para el desarrollo de programas de formación inicial. *Revista de Educación, 350,* 15-29.

Flores, M A. y Day, C. (2006). Contexts which shape and reshape new teacher identities: A multi-perspective study. *Teaching and Teacher Education*, 22 (2), 219-232.

Fuentes, M.J., García, S. y Martínez, C. (2009) ¿En qué medida cambian las ideas de los futuros docentes de Secundaria sobre qué y cómo enseñar, después de un proceso de formación? *Revista de Educación,* 349, 269-294

Pérez, E., Serrano, R. y Pontes, A. (2018). El desarrollo de la Identidad Profesional Docente en el profesorado de enseñanza secundaria. *Actas del VI Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa*. Barcelona: Octaedro (En Prensa).

Pontes, A., Serrano, R. y Poyato, F.J. (2013). Concepciones y motivaciones sobre el desarrollo profesional docente en la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10* (Nº Extra), 533-551

Rodríguez-Arteche, I. y Martínez-Aznar, M.M. (2018). Evaluación de una propuesta para la formación inicial del profesorado de Física y Química a través del cambio en las creencias de los participantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15*(1), 1601.

Serrano, R. y Pontes, A. (2016). Concepciones sobre la identidad profesional docente en la formación inicial del profesorado de ciencias experimentales de educación secundaria. *Educadi, 1*(1), 55-71.

Smith, M. and Darfler, A. (2012). An Exploration of Teachers' Efforts to Understand Identity Work and Its Relevance to Science Instruction. *Journal of Science Teacher Education, 23* (4), 347-365.

Solís, E., Martín, R. Rivero, A. y Porlán, R. (2013). Expectativas y concepciones de los estudiantes del MAES en la especialidad de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10* (Extra), 496-513.

Impacto del Máster de Profesorado en la producción científica de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿mucho ruido y pocas nueces?

María José Sáez Bondía, María Eugenia Dies Álvarez, Pedro Lucha López y Ángel Luis Cortés Gracia

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza

msaezbo@unizar.es

Resumen:

Se presenta un estudio sobre el impacto científico del Máster de Profesorado en las últimas ediciones de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la evolución temática de las aportaciones a lo largo de las mismas. Los resultados del análisis muestran un alto interés inicial relativo, tanto en las temáticas propuestas por los organizadores de los encuentros como en los trabajos publicados, y un aparente descenso significativo en las dos últimas ediciones.

Palabrasclave:Máster de Profesorado, producción científica, meta-análisis

Introducción

Desde su puesta en marcha en el curso 2009-2010 (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007, 2010), e incluso antes de ella, el Máster de Profesorado (en adelante MP) ha sido objeto de estudios de diversa índole que han generado gran cantidad de literatura sobre el tema, tanto de carácter general como específica del ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales (Bolívar, 2007; Vilches y Gil, 2010; Benarroch et al., 2011). Ello ha dado lugar a la publicación de manuales (Caamaño, 2011; Cañal, 2011), monográficos en revistas especializadas (Pontes et al., 2013); líneas temáticas y mesas redondas en congresos (Domínguez Castiñeiras, 2012; Rivero et al., 2014), así como artículos en revistas nacionales de referencia (Perales Palacios et al., 2014; Manso Ayuso y Martín Ortega, 2014; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016, entre otros). Durante todo este tiempo, los intereses y preocupaciones han ido cambiando (estructura general de la titulación, contenidos de formación, competencias profesionales, diseño de propuestas, etc.) a la vez que emergían nuevas cuestiones relacionadas con el propio desarrollo del máster (practicum, resultados de los Trabajos Fin de Máster, entre otras).

Los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (en adelante EDCE) no han sido ajenos a toda esta problemática y han ofrecido en sus últimas cuatro ediciones (2010-2016) oportunidades para debatir acerca de ello y presentar investigaciones, propuestas de innovación o simplemente reflexiones sobre el estado de la cuestión. No obstante, una vez superada la inercia inicial tras la implantación del máster en la mayoría de las universidades españolas en el curso 2009-2010, no queda claro cuáles son las preocupaciones actuales sobre este tema por parte de nuestra comunidad de profesores e investigadores en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales ni qué papel juegan los Encuentros como espacio para el debate y presentación de propuestas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el principal objetivo de este trabajo es estudiar el impacto del Máster de Profesorado en la producción científica de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y analizar tanto las temáticas abordadas como su evolución temporal a lo largo de las cuatro últimas ediciones sin profundizar en los detalles concretos de los estudios analizados.

Antecedentes

La preocupación por la formación inicial del profesorado de secundaria, en general, y sobre el desarrollo del MP, en particular, queda patente en la cantidad de trabajos en revistas y congresos donde se analiza y discute sobre ello. Sin embargo, son menos frecuentes los trabajos en los que se aportan propuestas concretas para aplicar en el MP o que abordan un análisis detallado de cuestiones específicas (Rivero et al., 2014; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). En este contexto, los EDCE han ido incorporando todas estas cuestiones a través de diversas líneas temáticas y mesas redondas (tabla 1).

Tabla 1. Temáticas abordadas en los EDCE desde 2010 relacionadas con la formación inicial de profesorado de secundaria

Encuentros	Líneas temáticas (LT) y mesas redondas (MR)
24 EDCE (Baeza, 2010)	Formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales (LT/MR)
25 EDCE (Santiago, 2012)	¿Qué estamos haciendo en el Máster de Secundaria? (LT)
26 EDCE (Huelva, 2014)	El desarrollo profesional del profesorado (LT). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? (MR)
27 EDCE (Badajoz, 2016)	El desarrollo profesional del profesorado (LT). Análisis actual de la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria: problemas y perspectivas (MR)

Metodología

A partir de la selección de trabajos relacionados con el MP en las actas de los EDCE desde la edición de Baeza (2010) hasta la edición de Badajoz (2016), se estableció un sistema de categorías diseñado a priori atendiendo al marco teórico de referencia (Rivero et al., 2014; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016 y Pontes, 2016) que fue refinado tras la lectura de los trabajos. Para la elaboración del sistema de categorías se tuvo en consideración el objetivo de cada trabajo presentado y el tópico predominante en el mismo (tabla 2).

A continuación se consideró la tipología de los trabajos del MP por edición atendiendo tanto al tópico principal como al objetivo prioritario y se calculó su proporción relativa sobre el número total de trabajos presentados. Para ello se tuvieron en consideración los objetivos declarados por los autores, la línea en la que eran incluidos dentro de los encuentros y los marcos de referencia empleados.

Tabla 2. Descripción del sistema categorías empleado y codificación

Categoría (Código)		Descripción
Objetivo principal	Diseño, organización y gestión (DOG)	Plantea propuestas de mejora globales en las asignaturas del MP o reflexiones y recomendaciones sobre aspectos organizativos y de gestión en el Máster.
	Actividades (AC)	Recoge actividades o secuencias llevadas a cabo en el MP o elaboradas por estudiantes del mismo.
	Ideas de los estudiantes (I)	Incluye el estudio de las ideas, creencias, opiniones o conocimientos de los estudiantes del MP con el objetivo de conocerlas, sin profundizar en los motivos de cambio en caso de existir.
	Evaluación de aprendizajes (EV)	Evalúan aprendizajes de los estudiantes del MP en relación al desarrollo de una actividad. Existen unos criterios explícitos de evaluación.
	Otros (O)	Trabajos no incluidos en categorías anteriores.
Tópico principal	Diseño curricular (DC)	Diseño de propuestas globales para el MP.
	Herramientas (H)	Herramientas para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, mapas conceptuales.
	Estrategias (STR)	Enfoque general de las actividades de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, trabajos prácticos de campo o modelización.
	Naturaleza de la Ciencia (NdC)	Trabajos centrados en ese ámbito.
	Competencias (C)	Competencias científicas y profesionales.
	Modelos Docentes (MD)	Centrados en ese campo de conocimiento.
	No incluidos (NI)	No incluidos en tópicos anteriores

Resultados e interpretación

Evolución en el número de trabajos sobre el MP

Tal y como muestra la tabla 3, el número de trabajos relacionados con el MP tiene su máximo en los 25 EDCE, habiendo una reducción en las ediciones posteriores. Estos datos son coherentes con las líneas presentadas en las diferentes ediciones, ya que en los 25 EDCE había una línea temática relacionada con este máster. No obstante resulta llamativo el descenso proporcional tan brusco en la última edición celebrada.

Tabla 3. Evolución en el número de trabajos del MP presentados en los EDCE

Ediciones	Nº de trabajos MP	Nº total de trabajos presentados	% trabajos MP
24 EDCE	7	106	6,6
25 EDCE	20	169	11,8
26 EDCE	14	134	10,4
27 EDCE	11	193	5,7

Evolución en los objetivos de los trabajos sobre el MP

La figura 1 muestra la evolución de los objetivos de los trabajos. Dada la baja frecuencia de trabajos y, a su vez, la necesidad de normalizar los datos para el número de trabajos relacionados con el MP en cada edición, en esta figura se muestran las proporciones relativas junto a una tabla con las frecuencias absolutas. Destaca que en los 24 EDCE más de la mitad de los trabajos centró su atención en la organización y gestión del MP, siendo tres de ellos mesas redondas, apareciendo un menor número de trabajos y en una proporción similar en las siguientes ediciones.

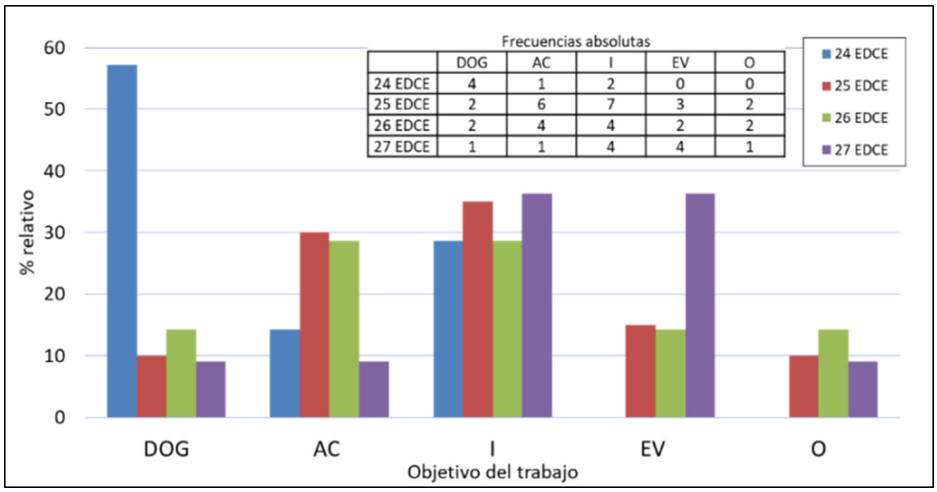


Figura 1. Evolución en los objetivos de los trabajos de MP en las 4 ediciones

Los trabajos sobre actividades de enseñanza y aprendizaje parecen reducirse en la última edición. Asimismo, es remarcable que algunas de las actividades propuestas, centradas en Educación Secundaria, forman parte de Trabajos Fin de Máster (TFM) y así se declara. Esto se observa en un alto número de ocasiones en los 25 EDCE y en una ocasión en los 24 y 26 EDCE. Por el contrario, en los 27 EDCE no aparece ninguna declaración explícita de actividades que se traten de TFM del MP.

El estudio sobre creencias, opiniones o conocimientos de los estudiantes del MP aparece en una proporción similar en todas las ediciones. Por el contrario, los estudios relacionados con la evaluación de los aprendizajes en propuestas concretas parecen incrementarse en la última edición. En cuanto a los trabajos no incluidos en las categorías anteriores, se encuentran revisiones bibliográficas o aquellos trabajos en los que no aparece claro el objetivo ni el modo en el que se obtienen los datos.

Evolución en los tipos detrabajos y su relación con los objetivos

Del mismo modo que en el apartado anterior, en la figura 2 mostramos la evolución en los tópicos para cada edición de los EDCE, considerando la relación de cada tópico con los objetivos principales presentes en los trabajos.

Los trabajos relacionados con el diseño curricular del MP son predominantes en los 24 EDCE, ya estén relacionados con aspectos de gestión del MP o con ideas de los estudiantes del MP sobre el desarrollo del mismo. Este interés parece reducirse en el resto de ediciones.

El uso de herramientas aparece en muchas ocasiones vinculado a las TIC de un modo similar en todas las ediciones. La selección como tópico de estrategias de enseñanza y aprendizaje, como los trabajos prácticos de campo o de laboratorio, el uso del aprendizaje basado en problemas o la indagación dirigida, aparecen con una frecuencia similar en las distintas ediciones desde

los 25 EDCE. Asimismo, este tópico se relaciona con trabajos con diferentes objetivos, ya sean propuestas concretas, ideas o evaluación.

Las referencias a los modelos docentes, presentes en las ediciones 25 y 27, se relacionan en los 25 EDCE a ideas del profesorado en formación, mientras que en los 27 EDCE aparecen algunos trabajos asociados a estudios evaluativos. Este hecho ocurre de forma análoga con el tópico naturaleza de la ciencia. Por último, las competencias científicas y profesionales de los estudiantes del MP aparecen en mayor proporción en los 26 EDCE.

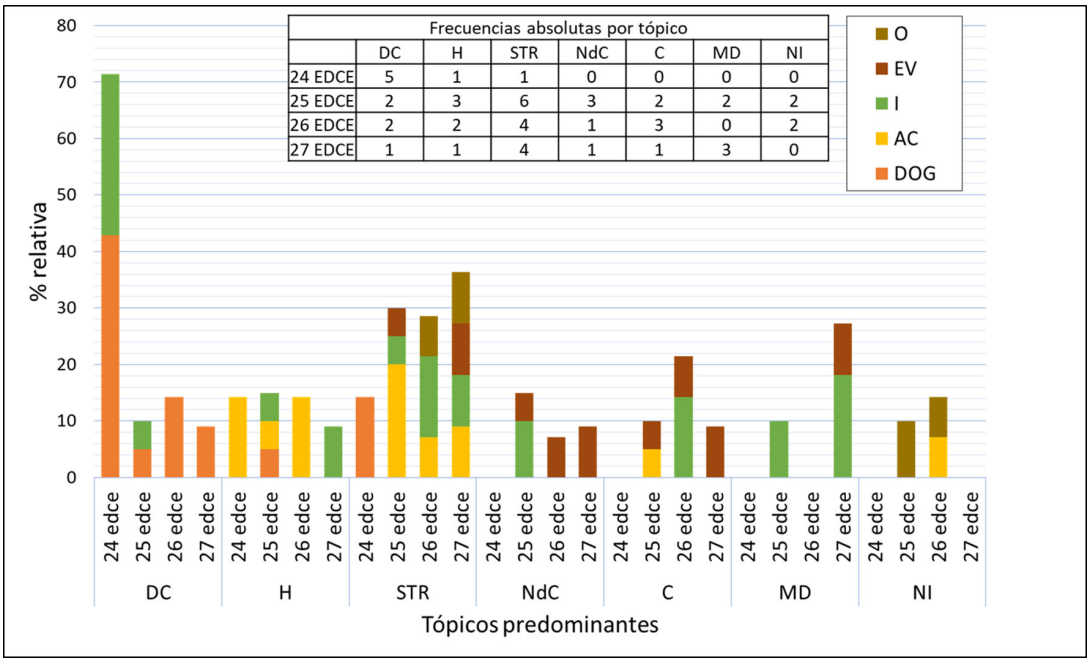


Figura 2. Evolución de los tópicos en los trabajos de MP en las 4 ediciones y su relación con los objetivos principales.

Consideraciones finales

El análisis realizado nos indica que existen cambios en las tendencias de este tipo de trabajos en cuanto a los objetivos presentes en los mismos. Inicialmente (24 EDCE) las preocupaciones se centraban en aspectos curriculares y organizativos del MP. En posteriores ediciones, el interés de desplazó al desarrollo y diseño de actividades relacionadas con el MP, ya sea a través de producciones de los propios estudiantes o propuestas a desarrollar en el aula (25 y 26 EDCE). Finalmente, en la última edición(27 EDCE), nos encontramos con estudios que tratan de evaluar los aprendizajes de esas actividades. Sin embargo, parece que la distribución de los tópicos es relativamente independiente de las ediciones a excepción de lo relacionado con los diseños curriculares del MP en los 24 EDCE.

Aparentemente, el impacto del MP tras su implantación había generado muchos dilemas y mucha incertidumbre en las diferentes universidadessobre cómo abordarlo y qué iba a deparar el futuro (mucho ruido). Sin embargo, estono ha hecho queel número de producciones científicas sobre el MP se incremente significativamente en las últimas ediciones de los EDCE, sino incluso se aprecia un descenso relativo de las mismas (pocas nueces). Y tal vez esto no sea así realmente. Un análisis más exhaustivo de todas las comunicacionesrelacionadas con la Educación Secundaria y Bachillerato presentadas en los EDCE permite detectar investigaciones y propuestas didácticas supuestamenterealizadas en el marco del MP (probablemente resultado de Trabajos Fin de

Máster), aunque este hecho no se ha hecho explícito en las aportaciones y, por tanto, no se han incluido en el presente trabajo.

Agradecimientos

Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) perteneciente al Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA-UNIZAR). Proyecto EDU2016-76743-P del MINECO.

Referencias bibliográficas

Benarroch, A. y otros (2011). Diseño y desarrollo del máster en profesorado de educación secundaria durante su primer año de implantación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 20-40.

Bolívar, A. (2007). La formación inicial del profesorado de secundaria y su identidad profesional. *Estudios sobre Educación*, 12, 13-30.

Caamaño, A. (coord.). (2011). *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: MEC-Graó.

Cañal, P. (coord.) (2011). *Didáctica de la Biología y Geología.* Barcelona: MEC-Graó.

Domínguez Castiñeiras, J.M. (2012). *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela: USC-APICE.

Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.

Manso Ayuso, J. y Martín Ortega, E. (2014). Valoración del Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria: estudio de casos en dos universidades. *Revista de Educación*, 364, 145-169

Ministerio de Educación y Ciencia (2007). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. BOE, 260 (30/10/2007).

Ministerio de Educación y Ciencia (2010). *Resolución de 22 de noviembre de 2010, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 12 de noviembre de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Máster y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos*. BOE, 305 (16/12/2010).

Perales Palacios, F.J., Cabo Hernández, J.M., Vílchez González, J.M., Fernández González, M., González García, F. y Jiménez Tejada, P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 9-28.

Pontes, A. (2016). Análisis actual de la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria: problemas y perspectivas. En J.M. Bravo Galán (Ed.), *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1627-1637). Badajoz: Universidad de Extremadura y APICE.

Pontes, A., García-Molina, R. y Oliva, J.M. (2013). Editorial: Número monográfico sobre formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 493-495.

Rivero, A., Martínez Aznar, M., Pontes, A. y Oliva, J.M. (2014). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En M.A. de las Héras, A.A. Lorca, B. Vázquez, A.A. Wamba y R. Jiménez, *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1075-1088). Huelva: Servicio de Publicaciones. Universidad de Huelva.

Vilches, A. y Gil, D. (2010). Máster de Formación Inicial del Profesorado de Enseñanza Secundaria. Algunos análisis y propuestas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(3), 661-666.

Desarrollo profesional docente en torno a problemáticas de salud endémicas

Silvina Cordero[1,2], Fernando Garelli[2,3], Katherine Guerrero Tamayo[2] y Ana Dumrauf[1,2]

[1] Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación e Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de La Plata. [2] Grupo de Didáctica de las Ciencias (IFLYSIB, UNLP-CONICET). [3] Departamento de Educación, Universidad Nacional de Luján. Argentina

scordero@fahce.unlp.edu.ar

Resumen

Se presentan fundamentos y características de una propuesta de desarrollo profesional docente sobre problemáticas de salud endémicas, desde perspectivas multidimensionales, participativas, complejas y con intencionalidad transformadora. Como resultados de su implementación, proyectos áulicos finales evidenciaron reelaboraciones respecto de lo logrado durante el curso: amplia incorporación de la perspectiva multidimensional; articulación de distintas disciplinas, inclusive ciencias sociales y artes; planteo de actividades vinculadas con otros actores sociales además de la escuela. Sin embargo, la mención de otros saberes, más allá de los académicos, fue escasa; en relación con lo participativo es poco clara la significatividad de la participación de estudiantes y/u otros actores sociales; y la propuesta de actividades transformadoras de la realidad es lo menos presente.

Palabras-clave: formación docente continua, educación en salud, problemáticas multidimensionales, educación primaria

Introducción

Dengue, zika, fiebre amarilla, chikungunya y Leishmaniasis son problemáticas de salud de carácter multidimensional, cuyo abordaje educativo, en el contexto epidemiológico latinoamericano actual, resulta fundamental. La Organización Mundial de la Salud reconoce la necesidad de un enfoque integrado para la búsqueda de soluciones frente a éstas y otras problemáticas, recurriendo a diferentes sectores y disciplinas, incluyendo a la participación comunitaria e incorporando estos temas en los currículos educativos (WHO, 2009). Estermann, Falleiros, Valadão y De Carvalho (2006) sostienen que la educación en salud sería la instancia de construcción y socialización de prácticas y conocimientos relacionados a los modos con que cada cultura concibe cómo vivir saludablemente. Se reconoce, así, a la escuela y otros ámbitos educativos como escenarios privilegiados para la promoción de la salud de la población (OMS, 1986), uno de cuyos objetivos involucra la lucha por condiciones de igualdad y justicia social (Restrepo y Málaga, 2001). Reconocer la naturaleza multidimensional de estas problemáticas implica contemplar en su caracterización un complejo entramado de aspectos socioculturales, políticos, biológicos, ambientales y sanitarios en permanente interacción (Wilcox y Colwell, 2005), respecto de los cuales resulta imprescindible generar instancias de desarrollo profesional docente.

Atendiendo a estas necesidades, en el marco del Proyecto *Vigilancia y control integrado para Dengue y Leishmaniasis para la generación de espacios saludables. Trabajo multi-sectorial*

e inter-ministerial (ANPCyT) y en la línea de investigación-acción sostenida por el Grupo de Didáctica de las Ciencias (UNLP), elaboramos una propuesta de formación para docentes de educación primaria en ejercicio. La misma fue implementada en el año 2017 en Puerto Iguazú, una de las ciudades argentinas ubicada en la triple frontera con Brasil y Paraguay, de las más expuestas a estas problemáticas. Presentamos en esta ponencia las características de la propuesta desarrollada y una primera evaluación de sus resultados a partir de opiniones y producciones de la/os cursantes.

Marco teórico-contextual

La problemática del dengue es actualmente reconocida como la enfermedad viral transmitida por artrópodos de mayor importancia en el mundo, con aproximadamente 50 millones de infecciones estimadas por año (Kyle y Harris, 2008). Se trata de una enfermedad reemergente en aumento desde la década del '50. El virus es transmitido fundamentalmente por el mosquito *Aedes aegypti*, una especie fuertemente urbana y antropofílica que se suele criar en recipientes artificiales (Kyle y Harris, 2008). En Latinoamérica la problemática se ha ampliado en los últimos años y ha ganado aún más relevancia debido a la circulación de otros dos virus también transmitidos por el mismo mosquito, el chikungunya y el zika, y la reemergencia de la fiebre amarilla (OPS, 2017). Desde la epidemiología se considera que el potencial para grandes epidemias urbanas de estos cuatro virus y otros aún no descubiertos es abrumador (Musso, Cao-Lormeau y Gubler, 2015). En Argentina, es más acuciante la problemática del dengue, con gran significatividad social y epidemiológica, y con intenso tratamiento mediático, especialmente durante las epidemias. En 2016 ocurrió la epidemia más grande de la historia, con alrededor de 40.000 casos confirmados oficialmente, 11 muertes y con los primeros casos reportados de chikungunya y zika, aunque en baja incidencia (Ministerio de Salud de Argentina, 2016). Con relación a la fiebre amarilla, si bien en los últimos años no se registran casos autóctonos, el aumento de su incidencia en los países limítrofes sugiere aumento en el riesgo de transmisión, especialmente en la zona norte.

Las leishmaniasis son enfermedades producidas por parásitos protozoos, vehiculizados por insectos del grupo Phlebotominea, coloquialmente llamados flebótomos. La transmisión ocurre en ambientes urbanos, siendo el perro reservorio principal de parásitos en estas áreas. En Argentina existen dos manifestaciones clínicas: la leishmaniasis tegumentaria y la leishmaniasis visceral. La transmisión fue registrada desde 1980, ocurriendo entre 100 y 150 casos por año. Generalmente el área de transmisión se relaciona con zonas rurales y de deforestación. La leishmaniasis visceral es producida por *Leishmania infantum* y, si no es tratada, en el 95% de los casos llevaría a la muerte. En Argentina el primer caso autóctono ocurrió en 2006 en la ciudad de Posadas, desde entonces han ocurrido 160 casos humanos (Santini y Salomón, 2012).

La mayoría de los trabajos que analizan la Educación en Salud acuerdan en cuestionar la perspectiva biomédica hegemónica y plantean la necesidad de desarrollar abordajes educativos que puedan problematizar los enfoques tradicionales. La perspectiva biomédica se vincula con el denominado *Modelo Médico Hegemónico* (Menendez, 1988). Este modelo comprende *el conjunto de prácticas, saberes y teorías generados por el desarrollo de lo que se conoce como medicina científica, el cual desde fines del siglo XVIII ha ido logrando establecer como subalternas al conjunto de prácticas, saberes e ideologías teóricas hasta entonces dominantes en los conjuntos sociales, hasta lograr identificarse como la única forma de atender la enfermedad legitimada tanto por criterios científicos, como por el Estado* (Menendez, 1988: 1). Muchas de sus características como el *biologismo,* el *individualismo,* la *ahistoricidad,* pueden relacionarse con la perspectiva que denominamos biomédica así como la *asimetría,* el *autoritarismo* y la *participación subordinada y pasiva.*

Sostenemos que estas enfermedades endémicas constituyen problemáticas complejas de salud

socioambiental en el sentido planteado por Morin (1999). Para su tratamiento educativo proponemos, en acuerdo con Massarini y Schnek (2016: 126), *una estrategia pedagógica integradora, multidisciplinar, multicultural, que incorpore saberes no científicos, el debate político, ético, lo emotivo, lo artístico, lo estético, etc. Así, el saber científico podrá encontrar su lugar y sus sentidos, podrá mostrar sus alcances y sus limitaciones, podrá dar lugar a la controversia y al pensamiento crítico.* A estas características, le añadimos además dos de los pilares de la Educación Popular Latinoamericana (Torres Carrillo, 2011): un enfoque pedagógico que fomente el diálogo y cuyo fin sea la transformación de la realidad.

Descripción de la experiencia

Dado el contexto epidemiológico, y a fin de implementar un espacio de desarrollo profesional docente desde perspectivas multidimensionales, participativas, complejas y con intencionalidad transformadora, diseñamos un curso orientado a:

- Construir con la/os docentes la noción de "barrio saludable", contextualizada en la ciudad de Puerto Iguazú.
- Socializar información actualizada sobre las problemáticas de dengue, fiebre amarilla, chikungunya, zika y leishmaniasis.
- Elaborar, mediante el intercambio de saberes, posicionamientos fundamentados sobre estas problemáticas, esenciales para la construcción de propuestas didácticas reflexivas y contextualizadas.
- Diseñar proyectos a ser implementados en sus escuelas, en pro de construir barrios saludables y de aportar a estrategias de prevención y control desde saberes compartidos.

El curso se implementó en 3 encuentros de 4 horas cada uno, en mayo de 2017. Asistieron 45 docentes de escuelas primarias de Puerto Iguazú (sólo 6 varones). 13 cursantes habían participado de instancias de formación sobre estas temáticas, y 39 ya las trabajaban en sus clases, a través de actividades informativas desde un punto de vista preventivo.

El primer encuentro se destinó a la caracterización y conceptualización conjunta de la noción de barrio saludable y a la construcción colectiva de una cartografía social de las problemáticas socio-ambientales/sanitarias de los barrios en que se encontraban las escuelas; el segundo al tratamiento de las diversas problemáticas desde una perspectiva multidimensional; y el tercero, a la elaboración grupal de propuestas didácticas factibles de ser implementadas en cada institución.

Los principios que guiaron el tratamiento de las problemáticas se sintetizan en:

- Pensar los problemas de salud como problemáticas socio-ambientales/sanitarias.
- Complejizar la perspectiva desde lo sólo biomédico hacia lo multidimensional.
- Considerar la problemática en forma colectiva, trascendiendo lo individual.
- Contextualizar la situación a nivel local, indagando las realidades particulares.
- Promover la participación activa de vecino/as, estudiantes, docentes, trabajadoras/es de la salud involucrados en cada contexto.
- Considerar diferentes saberes y experiencias en la resolución de las problemáticas.
- Contextualizar la problemática sin desmerecerla ni sobredimensionarla.
- Promover una mirada crítica, es decir desnaturalizadora de las perspectivas hegemónicas a través de su historización y revisión.

La Figura 1 sintetiza las secuencias didácticas de los Encuentros 1 (E1), 2 (E2) y 3 (E3):

	Modalidad	Actividad
E1	Plenario	Durante todo el encuentro se disponibilizan en un sector del aula lupas, ovitrampas y muestras con larvas y vectores para la observación e interacción
	Individual	Listado de ideas acerca de: ¿qué tiene y qué le falta al barrio de la escuela para ser un barrio saludable? ¿cómo aporta o podría aportar la escuela donde soy docente al barrio saludable?
	En grupos por barrios de escuelas	A partir de las producciones individuales ¿qué miramos para ver si el barrio es saludable o no? Identificación de características de un barrio saludable. Escritura en papelógrafos grupales
	Plenario	Presentaciones orales de los grupos
		Conceptualización consensuada de barrio saludable introduciendo: dimensiones, problemáticas, tensiones, actores sociales, dinámicas, cuestiones socio-ambientales
	En grupos	Cartografía social de las problemáticas socio-ambientales/sanitarias: a) Dibujar el barrio de la/s escuela/s, señalando hitos significativos identificables b) Pensar las problemáticas socio-ambientales/sanitarias de los barrios y explicitar las referencias identificatorias en el dibujo c) Ubicación en los mapas de las problemáticas
	Plenario	Exposición "en cascada: un grupo cuenta su mapa y los siguientes sólo agregan lo que en los suyosaparece de distinto
		Reflexión teórica: enlace de las problemáticas en común identificadas en el territorio y las temáticas a trabajar al día siguiente
E2	En grupos	Asignación docente de roles sociales a cada grupo (periodistas, funcionario/as político/as, vecino/as, docentes). Desde el rol social asignado, elaboración de un listado de dudas sobre: dengue, fiebre amarilla, chikungunya, zika y leishmaniasis
	Plenario	Socialización de producciones grupales y registro en papelógrafos organizados por dimensiones de las problemáticas emergentes: biomédica, de las prácticas sociales, económico-política, ambiental...
		Exposición teórica dialogada sobre las problemáticas, organizada en dos momentos diferenciados de acuerdo al vector, a partir de las dudas presentadas, con apoyo de ppt y videos.
		Presentación y entrega de materiales didácticos y folletos informativos sobre las problemáticas.
E3	Plenario	Reflexión colectiva: ¿Qué podríamos aportar desde nuestro rol docente respecto de estas problemáticas para que el barrio de la escuela sea saludable?
		Recuperación de características del enfoque de educación en salud propuesto en el curso
		Pensamos y listamos conjuntamente: ¿qué herramientas didácticas conocemos o hemos trabajado para abordar estas problemáticas?
	En grupos	Elaboración de propuestas didácticas a partir de lo que ya sabían y lo trabajado sobre las problemáticas en el curso. Presentación en formato de poster
	Plenario	Exposición de posters con los proyectos elaborados
		Análisis colectivo y sugerencias de mejoramiento
		Explicitación de pautas para la elaboración del trabajo final grupal
		Evaluación de la propuesta de curso vivenciada, a través de una técnica lúdica ("tutti frutti evaluativo")
		Cierre afectivo: respuesta individual oral a las preguntas ¿qué traje y qué me llevo de este curso?

Figura1. Secuencias didácticas implementadas

Por razones de espacio no es posible detallar la intencionalidad de cada actividad específica, pero en general en estas secuencias, las actividades individuales pretendieron generar una reflexión personal acerca de los conocimientos propios sobre cada tema; las instancias en grupos brindaron la posibilidad de debatir en torno a los distintos saberes; y las puestas en común permitieron socializar las producciones grupales hacia todo/as lo/as participantes, incluido el equipo docente, quien después fue responsable de ponerlos en diálogo con otros saberes académicos, a fin de confrontar, poner en tensión y conceptualizar. La nueva instancia de trabajo en grupos y su consecuente puesta en común facilitaron revisar, a través de la elaboración de propuestas de acción, posibilidades de articulación entre los saberes presentados.

Evaluación de la experiencia y de los aprendizajes

Al finalizar el último encuentro del curso, lo/as participantes presentaron en forma de pósters 8 propuestas didácticas elaboradas entre 2 o 3 escuelas. La recuperación de las dimensiones y

características planteadas fue variada, sólo 2 producciones grupales incluyeron la participación comunitaria y el abordaje multidimensional de la problemática, aunque 5 recuperaron la técnica de mapeo colectivo restringida a la identificación de reservorios de mosquitos. Luego el análisis colectivo permitió evidenciar riquezas y limitaciones de las propuestas.

Como evaluación final sumativa lo/as docentes participantes presentaron vía *mail* a posteriori de la asistencia al curso, de manera colectiva por institución, un proyecto de enseñanza fundamentado, a ser implementado en sus escuelas, sobre las problemáticas de salud abordadas. Un primer análisis de estas propuestas, que incluyen muchas y variadas actividades, evidencia una interesante reelaboración respecto de lo logrado durante el curso. En este sentido, la perspectiva multidimensional habría sido lo más incorporado, observándose (especialmente en los casos presentados como proyectos institucionales) la articulación de distintas disciplinas, inclusive ciencias sociales y artes. Sin embargo, en casi ningún caso se mencionan otros saberes, más allá de los académicos, a pesar de que en el curso emergieron saberes de comunidades indígenas de la zona. A su vez, aproximadamente la mitad de las propuestas plantean actividades vinculadas con otros actores sociales además de la escuela. En relación con lo participativo, si bien esta perspectiva es mencionada en la mayoría de las propuestas, no resulta claro a partir del nivel de descripción en las producciones, en qué grado se estaría proyectando una práctica con participación significativa de estudiantes y/u otros actores sociales. Por último, la propuesta de actividades transformadoras de la realidad es escasa, más allá de la confección de materiales informativos, obras de teatro y charlas, por lo que éste sería un aspecto a profundizar.

Lo/as participantes evaluaron la experiencia del curso mediante una técnica lúdica ("*tutti frutti* evaluativo") para, en un clima grupal distendido, expresar individualmente por escrito su valoración de diversos aspectos de la propuesta implementada (contenidos, actividades, bibliografía, desempeño del equipo docente, vínculo con la práctica docente propia, autoevaluación del propio desempeño) en una planilla entregada *ad hoc*. En la Figura 2 se presentan gráficamente algunas valoraciones:

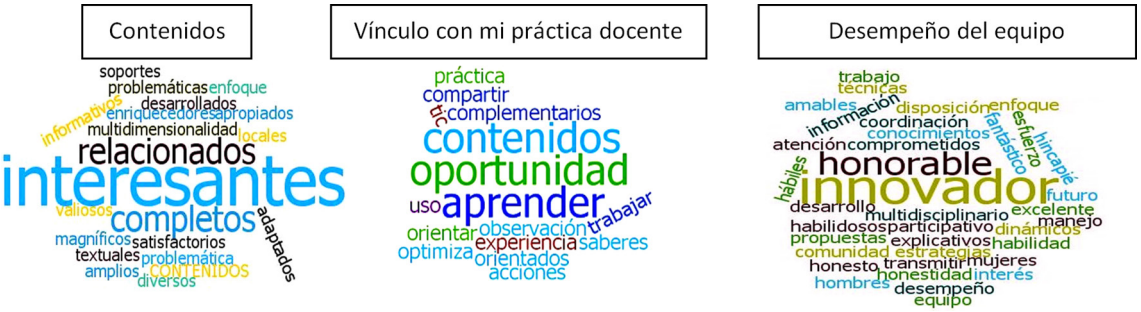


Figura 2. Evaluación por participantes de algunos aspectos del curso

Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran la necesidad de implementar procesos de desarrollo profesional docente en salud desde perspectivas multidimensionales, participativas, complejas y con intencionalidad transformadora, a fin de promover la superación de las miradas hegemónicas por parte del profesorado. Las producciones finales evidencian que este curso, positivamente valorado por lo/as participantes, ofreció elementos para ello, pero exigiría profundizar aspectos como los tipos de participación posibles para distintos actores sociales, a su vez vinculados con las posibilidades de transformación de la realidad desde el ámbito escolar. Si bien esto aún no ha podido concretarse, en aras de habilitar dicha profundización, pretendemos darle continuidad al vínculo con escuelas y docentes, colaborando en la implementación y análisis de las propuestas elaboradas.

Referencias bibliográficas

Estermann, D. E., Falleiros, D., Valadão, M. M. y De Carvalho, J. R. (2006) "Você aprende. A gente ensina?" Interrogando relações entre educação e saúde desde a perspectiva da vulnerabilidade. Cadernos de Saúde Pública, 22 (6), 1335-1342.

Kyle, J. L., Harris, E. (2008). Global spread and persistence of dengue. Annual Review of Microbiology, 62, 71-92.

Massarini, A. y Schnek, A. (2016). Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza. Buenos Aires: Paidós.

Menendez, E. L. (1988). Modelo Médico Hegemónico y Atención Primaria. Segundas jornadas de Atención Primaria de la Salud, 451-464.

Ministerio de Salud de Argentina. (2016). Boletín Integrado de vigilancia. Recuperado de: http://www.msal.gob.ar/images/stories/boletines/Boletin-Integrado-De-Vigilancia-N324-SE34.pdf.

Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. París: UNESCO.

Musso, D., Cao-Lormeau, V. M., Gubler, D. J. (2015) Zika virus: following the path of dengue and chikungunya? The Lancet, 386, 243-244.

Organización Mundial de la Salud (1986). La Charte d'Ottawa pour la promotion de la santé. Ottawa, Canada: Organisation mondiale de la santé, Santé et Bien-être social Canada, Association canadienne de santé publique.

Organización Panamericana de la Salud (2017). Actualización epidemiológica de Fiebre Amarilla Recuperado de: http://www2.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=38797&lang=es

Restrepo, H. y Málaga, H. (2001). Promoción de la salud: cómo construir vida saludable. Bogotá: Editorial Médica Panamericana.

Santini, M. y Salomón O. (2012). Eco-epidemiología de las leishmaniosis Argentina Rev. Arg. Parasitol. ISSN: 2313-9862

Torres Carrillo, A. (2011) La educación popular: trayectoria y actualidad. Caracas: Universidad Bolivariana de Venezuela.

Wilcox, B. y Colwell, R. (2005) Emerging and reemerging infectious diseases: biocomplexity as an interdisciplinary paradigm. Eco Health, 2(4), 244-57.

WHO: World Health Organization (2009) Dengue: Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Ginebra: World Health Organization.

Aprendizaje indagativo sobre los cambios físicos y químicos en la formación inicial del profesorado de secundaria

Iñigo Rodríguez-Arteche[1,2], Ana I. Bárcena[2], David Rosa[2] y M. Mercedes Martínez-Aznar[2]

[1]Dpto. Economía Financiera y Contabilidad e Idioma Moderno. Univ. Rey Juan Carlos. [2]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Univ. Complutense de Madrid

inigo.rodriguez.a@gmail.com

Resumen:

La indagación conforma un enfoque beneficioso para el aprendizaje de las ciencias, pero demanda un diseño cuidadoso de las actividades y del rol del profesor para conjugar un aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal. La comunicación se vincula a una propuesta para la asignatura de Didáctica de la Química del Máster en Formación del Profesorado, para formar al futuro profesorado sobre estas metodologías. Así, tras ofrecer vivencias personales sobre el aprendizaje por indagación, el trabajo busca analizar los logros de los estudiantes en la resolución de problemas abiertos sobre el cambio químico. A partir del análisis de los informes escritos individuales, se comprueba una mejoría en la competencia científica de los participantes, especialmente acusada en las dimensiones más conceptuales, y menor en las de diseño de estrategias experimentales de resolución.

Palabras clave: formación inicial del profesorado; indagación; problemas abiertos; cambio químico.

Marco teórico

En las últimas décadas, las metodologías de carácter indagativo están recibiendo un amplio respaldo de la comunidad dedicada a la investigación en didáctica de las ciencias y de las instituciones educativas comunitarias. Entre estas estrategias, el aprendizaje basado en problemas (PBL, problem-based learning) describe un entorno donde los problemas, retos para los que no hay soluciones evidentes, regulan el aprendizaje. Ello exige un diseño cuidadoso de estas actividades, en términos del ajuste progresivo de su dificultad, del andamiaje o ayuda proporcionada por el profesor, de los factores emocionales asociados a su resolución y de la cohesión de los conocimientos teóricos y prácticos en todo el proceso (Bevins y Price, 2016; Hung, 2016).

El último de los elementos anteriores implica que la indagación no solo se plantee como «fin» en sí misma. Es decir, además de ser útil para el desarrollo de destrezas investigativas y la comprensión de aspectos asociados a la actividad científica, conviene contemplar la indagación como «medio» para el cambio conceptual (Barrow, 2006). Así, una de las estrategias coherentes con una visión actual de la Naturaleza de la Ciencia es la de plantear *secuencias* de problemas abiertos (Ibáñez y Martínez-Aznar, 2007) que permitan la evaluación y reconstrucción progresiva de los marcos teóricos y modelos propuestos (Kang et al., 2016).

Una de las líneas para contribuir a la expansión –y a un mejor uso– de la indagación es la de la formación inicial del profesorado de secundaria (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016a). Este artículo va asociado a una propuesta formativa para la asignatura de Didáctica de la Química del

Máster en Formación del Profesorado (MFP). En ella, se busca familiarizar al futuro profesorado con la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación, MRPI (Ibáñez y Martínez-Aznar, 2007), una estrategia indagativa que consta de 5 fases –vinculadas a Dimensiones de la Competencia científica (DC)– para un trabajo cíclico y dinámico en grupos cooperativos:

DC1. **Análisis cualitativo del problema**. Supone trabajar sobre los conceptos y modelos implicados y reformular el problema en términos operativos.

DC2. **Emisión de hipótesis**, en base al marco teórico.

DC3. **Diseño de estrategias de resolución**. Abarca la identificación y el control de las variables y la toma de decisiones para resolver los problemas.

DC4. **Resolución del problema**, donde la verbalización de los procesos y el tratamiento de los datos cobra especial importancia.

DC5. **Análisis de resultados**, con referencia a las hipótesis, al marco teórico y a nuevos problemas susceptibles de ser investigados.

Finalidad

El trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la formación del futuro profesorado de física y química en el diseño e implementación de actividades escolares indagativas, a través de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI). En este caso, se plantea el siguiente objetivo:

- Analizar los niveles de logro de futuros profesores de física y química en la resolución de problemas indagativos sobre los cambios físicos y químicos.

Metodología

Muestra y contexto de la investigación

El estudio se realiza en la asignatura de «Didáctica de la Química» del MFP, con un grupo-clase formado por 25 estudiantes (27,6 años de media; 10 químicos, 9 físicos y 6 estudiantes con otras titulaciones, sobre todo ingenierías). La asignatura consta de varias fases para promover el aprendizaje sobre la MRPI: vivencias personales sobre el aprendizaje por indagación –que es en lo que se centra este trabajo– y diseño de actividades indagativas en el marco de Unidades Didácticas (UD) escolares.

Para la primera fase, se propone la UD «Cambio y Diversidad en la Naturaleza» ajustada a un nivel de 3º de ESO. La propuesta consta de cuatro problemas abiertos para abordar la temática de los cambios físicos y químicos: *¿qué puede ocurrir…?*

1. … cuando dos sustancias se ponen en contacto?
2. … cuando a una sustancia se le añade agua?
3. … cuando se calienta una sustancia?
4. … cuando una sustancia se pone en contacto con la corriente eléctrica?

Recogida y análisis de datos

Se analizan los logros de los estudiantes en sus informes escritos finales (individuales) para los problemas 1 y 3 –en los otros dos no se piden los informes–. El problema 1 (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016a) se acota proporcionando $Pb(NO_3)_2$ y KI en estado sólido, sustancias que permiten indagar sobre posibles indicadores de una reacción química como el color o la solubilidad, además del concepto de reactivo limitante y aspectos cinéticos. El problema 3 (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016b) se acota partiendo de $KClO_3$ en estado sólido, para explorar

el criterio de la (ir)reversibilidad y analizar reacciones de descomposición y combustión. Estos aspectos se desarrollan a través del andamiaje proporcionado por los formadores.

Para el análisis de los datos, se toman como referencia las cinco fases –o Dimensiones de la Competencia científica (DC)– incluidas en la MRPI. Asimismo, las etapas 1 y 3 se subdividen como: DC1.1. Representación cualitativa del problema (marco teórico), DC1.2. Reformulación del problema, DC3.1. Identificación y control de variables y DC3.2. Toma de decisiones para el problema. En cada caso se definen niveles de logro desde 0 (irrelevante) hasta 4 (muy satisfactorio), en función de la información contenida y de la presencia de errores conceptuales y procedimentales (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016a, 2016b). Además, para conocer el éxito comparativo en las dimensiones competenciales, se calculan los Niveles Medios (NM) de logro. Siguiendo una línea más descriptiva, también se exponen ejemplos extraídos de los informes de los participantes.

Resultados

La Figura 1 recoge los niveles medios de logro, con rango 0–4, en las dimensiones competenciales de la MRPI. Se muestran los resultados para el primer y el tercer problema abierto de la secuencia, i.e., aquellos en los que se solicita un informe escrito individual.

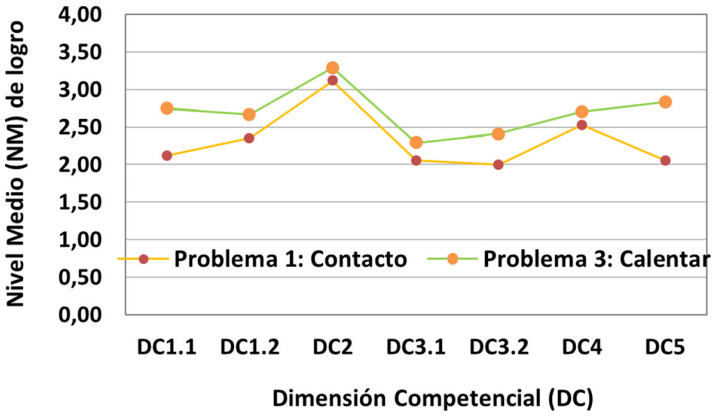


Figura 1. Resultados en las dimensiones competenciales para los problemas abiertos 1 y 3

Según se observa, en el conjunto de los dos problemas los mejores resultados se obtienen en la emisión de hipótesis (DC2, NM = 3,20) y en la fase de resolución del problema (DC4, NM = 2,62). Lo primero podría explicarse por la relación de estas actividades con conceptos estructurantes de la química, un aspecto sugerido como promotor del éxito en las prácticas científicas (Kang et al., 2016). Así, se formula un buen número de hipótesis clasificadas en los niveles superiores, como p.ej.: «si asumimos que la transferencia de energía puede promover reacciones de combinación (A + B → AB) y descomposición (AB → A + B), al calentar una sustancia se producirá un cambio químico (P3, Nivel 4)». Por otra parte, los buenos resultados en la DC4 podrían justificarse atendiendo a la familiarización de los futuros profesores con los componentes de esta dimensión competencial: describir procedimientos y observaciones, registrar y tratar datos diversos, etc. –elementos siempre incluidos en los Grados en Química o Física–.

En cambio, los peores resultados corresponden a la fase 3 de la MRPI, que abarca la identificación y control de las variables de los problemas (DC3.1) y la toma de decisiones para resolverlos (DC3.2). Estas dificultades, también detectadas en otros trabajos en torno a la indagación (Ferrés, Marbà y Sanmartí, 2015), guardan una semejanza con la forma tradicional de plantear la actividad experimental en los niveles escolares y universitarios –muy pautada, a través de guiones cerrados– y con la escasa autonomía otorgada a los estudiantes.

La Tabla 1 incluye ejemplos asignados a distintos niveles de logro en la DC3.1 (identificación y control de variables). A diferencia del primer nivel, los estudiantes que obtienen un nivel 2 identifican una variable dependiente adecuada y aquellos con un nivel 3 también distinguen una independiente. El nivel 4 conlleva explicitar variables de control.

Tabla 1. Clasificación de respuestas para la DC3.1 en el primer problema abierto

Nivel	Ejemplo de respuesta de los estudiantes*	Nivel	Ejemplo de respuesta*
1	**VI:** composición de los reactivos **VD:** transformaciones químicas, grado de mezcla, estado de agregación de la materia **VC:** temperatura y presión atmosférica	3	**VI:** tipo de sustancias (su naturaleza y propiedades) **VD:** tipo de reacción que sucede (reacción química)
2	**VI:** temperatura **VD:** reactividad de A con B (reaccionan o no reaccionan) **VC:** presión atmosférica	4	**VI:** tipo de sustancias **VD:** cambio físico (hipótesis 1) o cambio químico (hipótesis 2) **VC:** temperatura

*VI: variable independiente; VD: variable dependiente; VC: variables de control

En relación con la evolución de los participantes, la mejoría más reseñable sucede en la representación cualitativa de los problemas (DC1.1) y en el análisis de resultados (DC5). Conviene poner en valor estos datos, ya que una de las críticas asociadas a las estrategias indagativas es la del predominio de los procedimientos científicos sobre otras capacidades como la construcción de marcos teóricos, el uso de modelos o la evaluación de explicaciones. Precisamente, estos son los aspectos donde se detecta una mejoría mayor (Figura 1), probablemente fomentada por la discusión grupal del primer problema abierto y la revisión de los informes por los formadores.

La Figura 2 muestra un diagrama de Toulmin (1958) que sintetiza una parte del análisis de un sujeto (con niveles de logro 3 o 4 en las distintas DC) en su informe sobre «¿Qué puede ocurrir cuando dos sustancias se ponen en contacto?». La figura omite ciertos aspectos de la producción escrita, como la determinación del reactivo limitante.

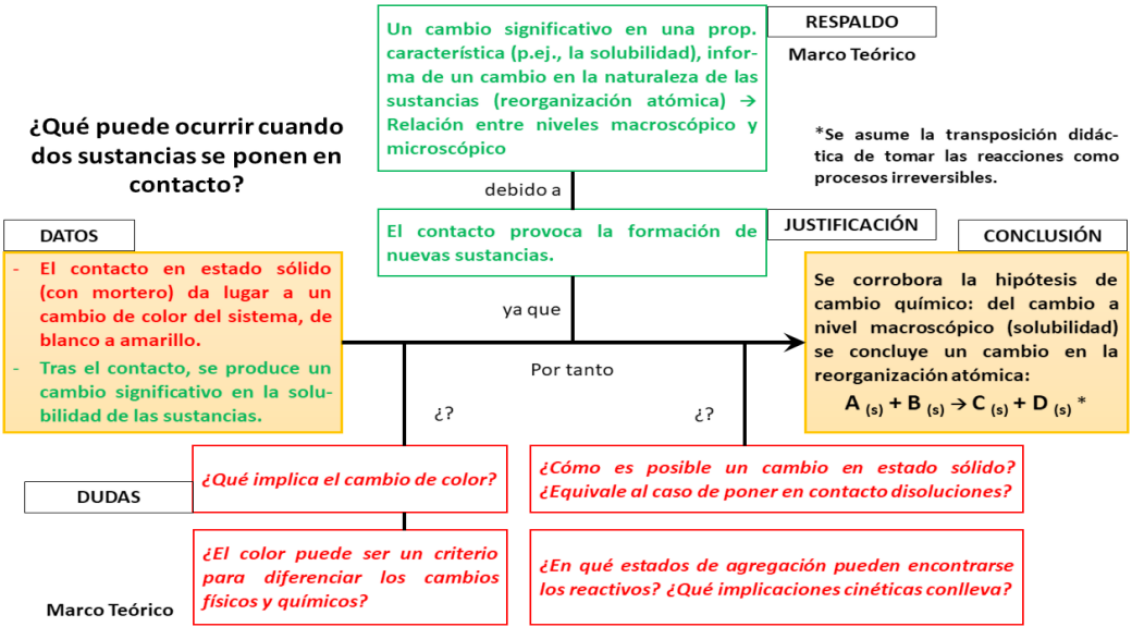


Figura 2. Diagrama de Toulmin que refleja el análisis de un futuro profesor para el Problema 1

Según se observa, a lo largo del informe el futuro profesor recoge y justifica datos (DC4) para dar respuesta a la pregunta de investigación a través de conclusiones (DC5) y, para ello, se apoya en el marco teórico construido (DC1.1). Así, el sujeto argumenta a partir del criterio de las propiedades características (cambio significativo en la solubilidad ⇒ cambio químico). Además, su informe describe ciertas dudas sobre la relación del color con los cambios físicos y químicos, o acerca de los estados de agregación en que suceden las reacciones. Estos aspectos sugieren la conveniencia de diseñar *secuencias* de problemas indagativos –como en esta propuesta–, para permitir la evaluación y reconstrucción progresiva de los marcos teóricos o modelos propuestos.

La Figura 3 corresponde a un diagrama equivalente para el análisis (satisfactorio) realizado por otro futuro profesor en su informe sobre «¿Qué puede ocurrir cuando se calienta una sustancia?». No se han incluido los datos y argumentos realizados para una primera etapa de fusión de la sustancia.

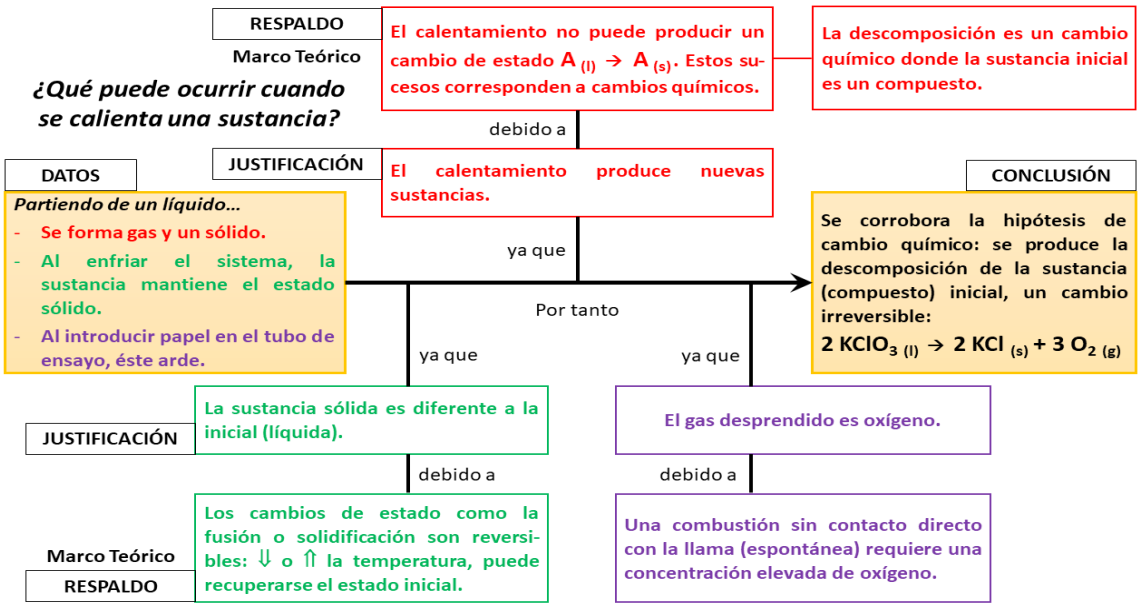


Figura 3. Diagrama de Toulmin que refleja el análisis de un futuro profesor para el Problema 3

Al igual que en el ejemplo anterior, en este caso (Figura 3) otro estudiante del Máster realiza un análisis muy completo amparado en conceptos como la (ir)reversibilidad de los cambios, la temperatura de fusión o las condiciones para que se produzca una reacción de combustión. Ello permite concluir que se ha producido un cambio químico –descomposición– que indica que la sustancia aportada en la actividad es un compuesto.

En general, se constata que secuencias de problemas abiertos como las mostradas, con un andamiaje cuidadosamente planificado (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016a), favorecen un trabajo relevante sobre las destrezas indagativas y, además, sobre los conceptos químicos.

Conclusiones

El análisis realizado ha permitido comprobar el desempeño del futuro profesorado en las dimensiones de la competencia científica incluidas en la MRPI, la metodología indagativa abordada en la asignatura de Didáctica de la Química. Así, tras una evolución especialmente acusada en las dimensiones más conceptuales (DC1.1, Representación cualitativa del problema y DC5, Análisis de resultados), la mayor parte de las DC se acercan a un nivel medio de logro cercano a 3, un resultado positivo. La excepción corresponde a la fase del Diseño de estrategias de resolución

(DC3.1, DC3.2), lo que sugiere que los estudiantes del Máster, a pesar de su formación, encuentran difícil decidir por sí mismos las estrategias para resolver problemas abiertos de tipo experimental. Estos datos suponen un estímulo para cambiar la forma tradicional de abordar el trabajo experimental –actividades tipo «receta»– en los niveles escolares y universitarios.

Por otra parte, la comunicación aporta materiales que pueden ser de utilidad en la formación docente y para el aprendizaje de los escolares de secundaria. En este sentido, creemos que propuestas formativas como la actual pueden ser de gran valor para promover la reflexión del futuro profesorado sobre los beneficios de la indagación, no solo como «fin» en sí misma, sino como «medio» para facilitar un mejor aprendizaje conceptual (Barrow, 2006).

Referencias bibliográficas

Barrow, L.H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, *17*(3), 265-278.

Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, *38*(1), 17-29.

Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(1), 22-37.

Hung, W. (2016). All PBL Starts Here: The Problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *10*(2).

Ibáñez, M.T. y Martínez-Aznar, M.M. (2007). Solving Problems in Genetics, Part III: Change in the view of the nature of science. *International Journal of Science Education*, *29*(6), 747-769.

Kang, H., Windschitl, M., Stroupe, D. y Thompson, J. (2016). Designing, Launching, and Implementing High Quality Learning Opportunities for Students that Advance Scientific Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(9), 1316-1340.

Rodríguez-Arteche, I. y Martínez-Aznar, M.M. (2016a). Introducing Inquiry-Based Methodologies during Initial Secondary Education Teacher Training Using an Open-Ended Problem about Chemical Change. *Journal of Chemical Education*, *93*(9), 1528-1535.

Rodríguez-Arteche, I. y Martínez-Aznar, M.M. (2016b). Open-ended problem solving in chemistry during initial secondary education teacher training. *International Journal of Learning and Teaching*, *8*(3), 174-186.

Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: University Press.

La docencia compartida como herramienta de desarrollo de la identidad profesional de las maestras en un proyecto de Aprendizaje Integrado de las Ciencias y el Inglés en Primaria

Laura Valdés-Sánchez y Mariona Espinet

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales,
Universidad Autónoma de Barcelona

laura.valdes@uab.cat

Resumen

El Aprendizaje Integrado de las Ciencias y el Inglés (AICEI) es una realidad presente en las aulas de educación primaria que supone un triple reto para el profesorado. En esta comunicación se presentan los resultados de un estudio que, a través del análisis longitudinal del desarrollo de la identidad profesional de una maestra especialista en inglés, muestran cómo la docencia compartida puede utilizarse para promover la formación de este nuevo profesorado de ciencias en el mismo puesto de trabajo. La investigación en didáctica de las ciencias debe explorar lo que está sucediendo en estos nuevos escenarios de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y considerar las oportunidades de reflexión en torno a la interdisciplinariedad, el lenguaje y la formación del profesorado de ciencias que ofrecen estos espacios de intersección.

Palabras clave: formación del profesorado; docencia compartida; AICLE; identidad profesional; discurso

Introducción

El Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera (AICLE) es una realidad presente en muchas escuelas y muy comúnmente asociada a la enseñanza de las ciencias. Este enfoque, basado en integrar la enseñanza de una lengua extranjera con la enseñanza de otra disciplina escolar, empezó a ser promocionado en Europa en los años 90 con el objetivo de mejorar el aprendizaje de la lengua en una comunidad altamente plurilingüe y multicultural (Eurydice, 2006). Frigols, en su análisis sobre la implementación de este método en España, declara que las ciencias son el área escogida preferentemente para este tipo de proyectos en la educación primaria (Frigols Martín, 2008).

Cabe preguntarse pues qué tipo de profesionales están asumiendo este llamado "triple reto" (Maldonado y Olivares, 2013) consistente en enseñar ciencias, enseñar inglés y hacerlo de manera integrada, y cómo pueden superarlo. Desde la didáctica de las ciencias no sólo se debe explorar lo que está sucediendo en estos nuevos escenarios de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sino también considerar las oportunidades de reflexión en torno a la interdisciplinariedad, el lenguaje y la formación del profesorado de ciencias que ofrecen estos espacios de intersección (Valdés-Sánchez y Espinet, n.d.).

En esta comunicación se presenta la docencia compartida como una herramienta para la formación del profesorado AICLE en la escuela primaria y se usa el marco de la identidad para analizar

el desarrollo profesional de una maestra especialista en lengua extranjera que asume el reto de la enseñanza integrada de las ciencias experimentales y el inglés.

La construcción de la identidad profesional de una maestra especialista en lengua extranjera que integra su enseñanza con la enseñanza de las ciencias

El uso del concepto de "identidad", entendido como "el tipo de persona que se reconoce que alguien 'está siendo' en un tiempo y espacio concretos (Gee, 1998, p. 99), ha ido ganando importancia en las investigaciones sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias. "Todas las personas tienen múltiples identidades que no están conectadas a sus 'estados internos' sino a sus actuaciones en sociedad" (Gee, 1998, p. 99). Estas sub-identidades conforman la identidad de cada persona (Avraamidou, 2014). La "identidad profesional del profesor/a" es una manera de entender cómo estos profesionales se posicionan a sí mismos y construyen en relación con los demás una identidad dentro de la comunidad, que les permite ser reconocidos como profesores y desarrollarse profesionalmente (para revisión consultar Beijaard, Meijer, y Verloop, 2004).

Algunos autores reflexionan sobre cómo el cambio curricular afecta a la identidad del profesorado; Beijaard afirma que "cuando el programa y el currículo cambian, el profesorado pierde un sentido de sí mismo" (Beijaard et al., 2004, p. 122). Consideremos el caso de una maestra especialista en inglés (MEI) que inicia un proyecto AICEI. Ésta ha desarrollado durante sus años de oficio una fuerte identidad como maestra de inglés que es reconocida por toda la comunidad, tanto por las instituciones (en lo que Gee llama una "identidad-institucional", es reconocida como maestra de inglés por su centro de formación, por el gobierno que le adjudica una plaza y por la dirección del centro escolar) como por los individuos (en lo que Gee llama una identidad-discursiva, que se manifiesta en el trato individual que es reconocido durante el discurso o diálogo con los individuos de la comunidad) (Gee, 1998). Sin embargo, al iniciar un proyecto AICEI debe desarrollar una nueva identidad que está formada por tres sub-identidades (Figura 1), pues debe ser capaz de posicionarse como maestra de ciencias, de inglés y también como maestra AICLE, pues no sólo ha de enseñar las dos disciplinas sino también encontrar la manera de integrar ambas enseñanzas.

Figura 1. Sub-identidades que conforman la identidad profesional de maestra AICEI

Estas nuevas sub-identidades pueden ser difíciles de desarrollar sino se le ofrece una ayuda externa. Actuar como maestra de ciencias, entendiendo que lo que se persigue es desarrollar una buena práctica de esta enseñanza, no sólo implica adquirir un nuevo cuerpo de conocimiento y habilidades, sino entender la naturaleza de la ciencia y ser capaz de adoptar un enfoque

basado en la indagación, rompiendo con el tipo de enseñanza que se experimentó como alumna y promoviendo nuevas formas de participación del alumnado (Luehmann, 2007). Además, se añade la dificultad de entender el marco AICLE, en especial su naturaleza integradora (Marsh, Mehisto, Wolff, y Frigols Martin, 2011). Durante la evolución del proyecto AICEI se espera que la MEI vaya construyendo sus nuevas sub-identidades como maestra de ciencias y maestra AICLE, y también que esta nueva situación siga desarrollando su sub-identidad de maestra de inglés.

La docencia compartida como herramienta de formación del profesorado y un espacio "seguro" para desarrollar la identidad profesional como maestra AICEI

Luehmann remarca la importancia de proveer espacios "seguros" en los que el profesorado pueda construir su identidad como maestros/as de ciencias, espacios donde pueda "mostrar su competencia, recibir feedback, ejercer su agencia y ejercer un rol central en la enseñanza basada en la indagación" (Luehmann, 2007, p. 835). La docencia compartida, entendida como la práctica en la que dos o más profesores/as planifican, dan clase y evalúan conjuntamente tanto fuera como dentro del aula (Davis-Willey y Crespo, 1998), tiene la capacidad de desarrollar estos espacios "seguros" en los que "nuevas posibilidades de actuación y aprendizaje surgen cada vez que los maestros enseñan juntos, creando así más espacio (colectivo) para maniobrar y expandir la agencia de todos los participantes" (Roth y Tobin, 2004, p. 172). En estos espacios los noveles pueden aprender de expertos y a su vez los profesionales pueden desarrollar una confianza y una comunicación que les permita superar los problemas o dificultades que emerjan durante el proceso de enseñanza.

La docencia compartida entre una maestra especialista en lengua extranjera y una maestra experta en la enseñanza de las ciencias es pues una situación ideal para la construcción de un proyecto AICEI. Con este enfoque se construye un espacio en el que las maestras pueden tanto compartir sus conocimientos de manera que una pueda aprender de la otra (desarrollando en un espacio seguro una nueva sub-identidad como maestra en la disciplina en la que no es experta), como aunar su experiencia para superar la dificultad de diseñar un aprendizaje integrado (Espinet et al., 2017; Valdés-Sánchez i Espinet, nd.).

Presentación del estudio y su metodología

Se ha realizado un estudio longitudinal que analiza el desarrollo de la identidad profesional como maestra AICEI de una maestra especialista en inglés (MEI) que comparte docencia con maestras de ciencias (MC). Tomando en consideración la relación existente tanto entre el discurso y la identidad como entre el aprendizaje y los cambios en la manera de actuar y hablar definidos por Gee (Gee, 1999), la investigación se basa en el estudio del discurso compartido de una MEI y diversas MC con las que comparte el aula y todo el proceso de enseñanza para el AICEI.

El proyecto se inició con la Pareja 1 (P1) formada por la MEI y una maestra experta en la enseñanza de las ciencias (con 30 años de experiencia y reconocida como buena maestra de ciencias por la comunidad investigadora, en adelante MC1) realizando talleres AICEI inter-nivel (año 2011). En el tercer año del proyecto 2 nuevas maestras (MC2 y MC3) se unieron al proyecto y formaron las Parejas 2 y 3 (P2 y P3) con la misma MEI. Se grabaron en vídeo actividades completas (formadas por 3 o 5 sesiones de clase) de cada pareja, en concreto un taller inter-nivel del primer año de proyecto (2011) de la P1 y una misma actividad de clase realizada por las 3 parejas en las tres líneas de tercero de la escuela durante el tercer año del proyecto (2013). De estas grabaciones se seleccionaron todos los momentos en los que las parejas de maestras elaboran un discurso compartido interaccionando con el grupo clase, y estos fragmentos se transcribieron y se dividieron en los episodios que constituyen las unidades de análisis. En la *Tabla 1* se especifican los datos usados en la investigación.

Tabla 1. Relación de datos analizados

	Actividad	Pareja	Tiempo de video	Tiempo de discurso compartido	Número de episodios
1r año (2011)	Taller inter-nivel	1	3 h	1h 13' 56'' (41,2%)	37
3r año (2013)	Actividad de la clase de 3º	1	3h 09' 17''	1h 28' 44'' (46,1%)	49
		2	3h 44' 32''	2h 3' 26'' (54,9%)	48
		3	2h 24' 09''	59' 4'' (44,1%)	34

Para el análisis de los datos se elaboró una herramienta inductivo-deductiva que caracteriza las intervenciones de las maestras en tres dimensiones de análisis (Valdés-Sánchez y Espinet, 2016): el patrón semántico, que identifica la finalidad temática del episodio (enseñar ciencias/inglés o gestionar el aula) y su contenido; el patrón de participación, que analiza quién asume el liderazgo de la clase y las estrategias de participación que utilizan las maestras; y el patrón lingüístico, que determina el uso de diferentes códigos o su hibridación (lengua propia -L1- y/o lengua extranjera -L2-).

Algunos resultados del estudio

El estudio ha permitido caracterizar cómo estas maestras han construido el proyecto AICEI, aportando datos sobre el tipo de contenidos de ciencias y lingüísticos que se han tratado, qué tipos

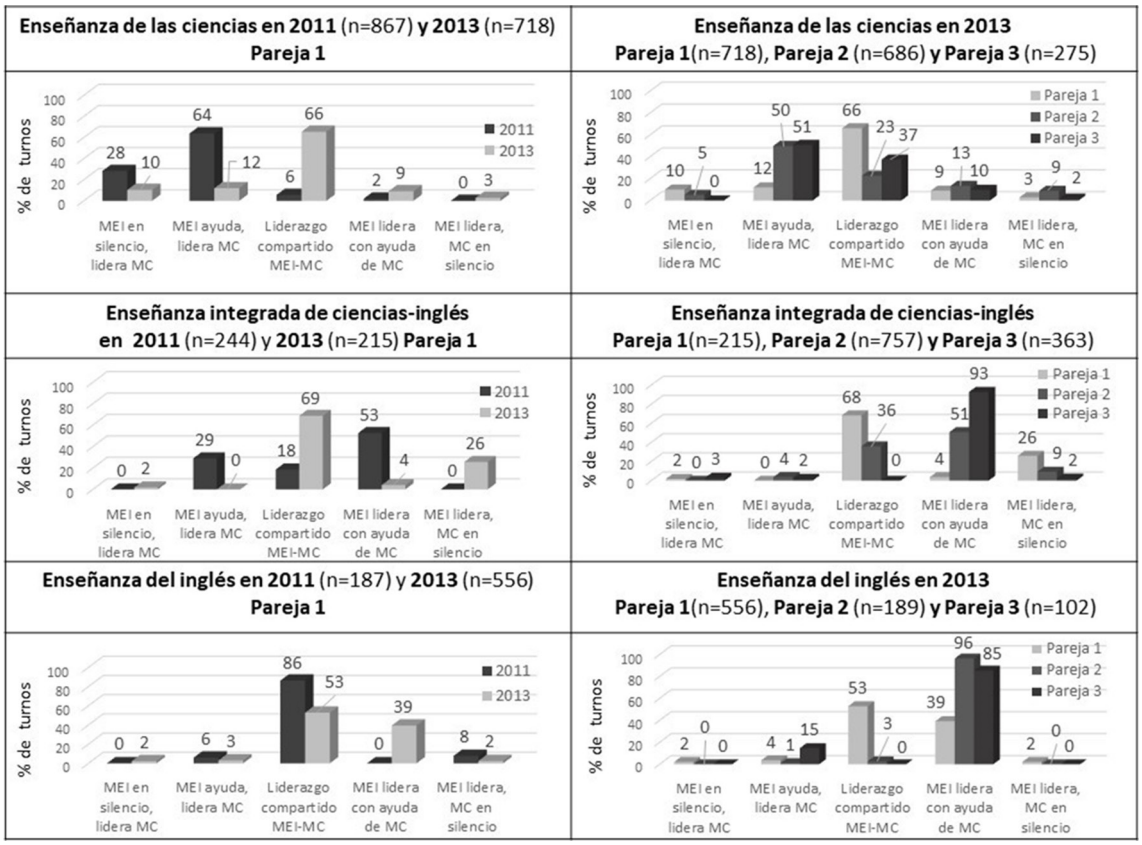


Figura 2. Cambios en el patrón de participación en los diferentes momentos semánticos para todas las parejas y cursos analizados

de contenidos se han podido integrar, qué estrategias de participación y de liderazgo compartido han desarrollado las maestras y cómo ha evolucionado la gestión de la lengua en este aula multilingüe (Valdés-Sánchez, Laura; Espinet, 2017; Valdés-Sánchez y Espinet, 2013a; Valdés-Sánchez, Espinet, Aguas, y Dallari, 2013). La comparación de los patrones semánticos, de participación y lingüísticos de la P1 en el año 2011 y 2013 nos permite analizar la evolución de las sub-identidades de la MEI. La comparación entre la actuación discursiva de la MEI con las diferentes parejas nos permite observar si aquello que ha desarrollado con la P1 es capaz de transferirlo a su actuación con las nuevas maestras (MC2 y MC3) que se unen al proyecto.

Esta comunicación presenta los resultados obtenidos al cruzar los patrones semántico y de participación de la MEI con las diferentes parejas y a lo largo del proyecto (*Figura 2*). El objetivo principal es observar en qué situaciones semánticas y temporales asume momentos de liderazgo. Tras dos cursos de docencia compartida se ha pasado de un escenario en el que cada maestra lideraba su área de experiencia a una enseñanza basada en el liderazgo compartido y, además, se observa cómo la MEI ha empezado a liderar momentos de enseñanza de las ciencias. Al observar su actuación discursiva con las nuevas parejas en el tercer año del proyecto, se observa cómo muestra momentos de liderazgo de las ciencias desde el inicio y asume ampliamente el liderazgo en los momentos de integración.

Conclusión

Los resultados muestran el desarrollo por parte de la MEI de una capacidad de liderazgo en los momentos de enseñanza de las ciencias, relacionada con la evolución de su sub-identidad profesional como profesora de ciencias. De la misma manera, su liderazgo en los momentos de integración muestra su evolución como profesora AICLE. El desarrollo de estas nuevas sub-identidades, así como el desarrollo de su sub-identidad como maestra de inglés, que se comentará en otros artículos y que se basa principalmente es su adopción del multilingüismo, configuran la evolución de su identidad como maestra AICEI. Esta evolución se ha dado en las mejores condiciones y en un tiempo relativamente corto y sin necesidad de formaciones externas gracias a la docencia compartida.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

Referencias bibliográficas

Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity : current insights and future research directions research directions. *Studies in Science Education*, *50*(2), 145–179. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.937171

Beijaard, D., Meijer, P. C., y Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers ' professional identity, *Teaching and Teacher Education* 20, 107–128. https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.07.001

Davis-Willey, P., y Crespo, A. (1998). Are Two Instructors Better Than One?: Planning, Teaching and Evaluating à Deux. In *Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association* (pp. 1–18). New Orleans, LA: Educational Resources Information Center. U.S. Department of Education.

Espinet, M., Valdés-Sánchez, L., Carrillo, N., Farró, L., Martínez, R., López, N., & Castillón, A. (2017). Promoting the integration of Inquiry based science and English learning in primary education through triadic partnerships. In A. W. Oliveira & M. H. Weinburgh (Eds.), *Science Teacher Preparation in Content-Based Second Language Acquisition* (pp. 287–304). Dordrecht: Springer

Eurydice. (2006). *Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe*. *Education* (Vol. 33). https://doi.org/10.1080/09571730685200121

Frigols Martín, M. J. (2008). CLIL implementation in Spain: An approach to different models. In C. M. Coonan (Ed.), *CLIL e l'apprendimento delle lingue. Le sfide del nuovo ambiente di apprendimento, Venezia, settembre 2008* (pp. 221–232). Venezia: Libreria Editrice Cafoscarina. Retrieved from http://arca.unive.it/bitstream/10278/1013/1/13Frigols.pdf

Gee, J. P. (1998). Identity as an Analytic Lens for Research in Education. In W. G. Secada (Ed.), *Review of research in education* (pp. 99–125). Washington, DC: AERA.

Gee, J. P. (1999). *An Introduction To Discourse Analysis. Theory and Method*. London / New York: Routledge.

Luehmann, A. L. (2007). Identity Development As a Lens to Science Teacher Preparation. *Science Education*, *91*, 822–839. https://doi.org/10.1002/sce

Maldonado, N., y Olivares, P. (2013). Ensenyar ciències en anglès. La superació d'un triple repte. *Temps d'Educació*, *45*, 17–39.

Marsh, D., Mehisto, P., Wolff, D., y Frigols Martin, M. J. (2011). *European Framework for CLIL Teacher Education. A framework for the professional development of CLIL teachers*. European Centre for Modern Languages. Council of Europe. https://doi.org/10.1017/S0261444811000243

Roth, W. M., y Tobin, K. (2004). Coteaching: from praxis to theory. *Teachers and Teaching*, *10*(2), 161–179. https://doi.org/10.1080/1354060042000188017

Valdés-Sánchez, Laura; Espinet, M. (n.d.). CLIL as a discursive space of intersection for methodological and theoretical enrichment. Forum to Researching Multilingual Education. In B. Siry, Christina; Schreiber, Catherina, Gomez Fernandez, Roberto; Reuter (Ed.), *Critical Methodologies for Researching Teaching and Learning*. Sense Publishers.

Valdés-Sánchez, Laura; Espinet, M. (2017). Analyzing Teachers' Discursive Participation in Co-taught Science-and-English CLIL Classrooms. In A. L. J. Hahl, Kaisa; Juuti, Kalle; Lampiselkä, Jarkko; Uitto (Ed.), *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (pp. 233–246). Dordrecht (Holanda): Springer.

Valdés-Sánchez, L., y Espinet, M. (2013). Ensenyar ciències i anglès a través de la docència compartida. *Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària I Secundària*, *25*, 26–34.

Valdés-Sánchez, L., y Espinet, M. (2016). Fundamentación de una herramienta para el análisis de la colaboración discursiva de parejas de maestros que integran las ciencias y el inglés en el aula de primaria. In F. Sánchez Martín, Jesús; Cañada Cañada (Ed.), *Ciencias para comprender el mundo. Investigación e innovación en didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 335–348). Madrid (Espanya): Entinema.

Valdés-Sánchez, L., Espinet, M., Aguas, M., y Dallari, L. (2013). La evolución de la co-enseñanza de las ciencias y del inglés en educación primaria a partir del análisis de las preguntas de las maestras. *Enseñanza de La Ciencias.*, *Número Ext*, 3588–3594.

¿Cuál es la Naturaleza de las Prácticas de Campo en la enseñanza de la Biología? Consideraciones del profesorado en formación inicial en el sur de Colombia

Elías Francisco Amórtegui Cedeño[1], Olga Mayoral García-Berlanga[2] y Valentín Gavidia[2]

[1] Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Surcolombiana. elias.amortegui@usco.edu.co.
[2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València.

Resumen:

Las Prácticas de Campo son fundamentales en la enseñanza-aprendizaje de la Biología, permiten el abordaje del fenómeno viviente desde una perspectiva sistémica favorecen actitudes sobre la conservación de los ecosistemas. Sin embargo, son escasas las investigaciones sobre su aporte a la formación docente. Abordamos desde una perspectiva mixta las concepciones de un grupo de 27 futuros profesores de Biología, del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana (Neiva-Colombia). Nos referimos aquí en especial a la *Naturaleza del Trabajo de campo*. Concluimos que existen concepciones reduccionistas en este grupo de profesores, donde se valora en mayor medida el trabajo de campo como una *Salida* y una *Experiencia*, más que como una *Estrategia de enseñanza*, particularmente en el caso de la Biología escolar.

Palabras clave: Enseñanza de la Biología; Prácticas de Campo; Concepciones Didácticas; Formación inicial del profesorado.

Introducción

Los docentes poseen un conocimiento particular que incluye aspectos didácticos, pedagógicos, del contexto, entre otros, que les posibilita enseñar adecuadamente (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991; Valbuena, 2007); aquí, se reconoce el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como núcleo del Conocimiento del docente (Shulman, 1986; Park y Chen, 2012; Gess-Newsome, 2015). En términos generales, las Prácticas de Campo pueden considerarse como una estrategia de enseñanza en las Ciencias Naturales donde el alumnado ha de utilizar procedimientos, habilidades y destrezas específicas para resolver problemas de carácter científico relativos a la Biología y/o Geología (Del Carmen, 2000, Del Carmen, 2011) que favorecerán aspectos como: la integración de la teoría con la práctica; la comprensión sobre la construcción del conocimiento científico y la adquisición de habilidades científicas como observar, clasificar, interpretar fenómenos, plantear y contrastar hipótesis y extraer conclusiones; la potenciación de la motivación hacia las ciencias experimentales y la generación de actitudes positivas hacia la ciencia; el conocimiento y valoración del entorno.

Consideramos que las Prácticas de Campo adquieren un valor especial en la enseñanza y aprendizaje de la Biología pues permiten al alumnado abordar su objeto de estudio, "lo vivo", lo más cerca posible a sus condiciones naturales, con una perspectiva sistémica y holística que les permite comprender la relaciones que conforman el fenómeno viviente en conjunto con su ambiente: redes tróficas, adaptaciones, relaciones inter e intra específicas, biodiversidad, eco-

sistemas, autopoiesis, etc. facilitándole la elaboración de un modelo con el que pueda entender e interpretar el medio ambiente que le rodea. Pero además ofrecen oportunidades educativas de alto valor relacionadas con aspectos procedimentales y actitudinales, como son la apreciación del significado de naturaleza, la valoración, conservación, disfrute sostenible de los recursos naturales, etc.

En términos de la formación docente, una posible dificultad consiste en que los docentes en ejercicio cuentan con una preparación escasa sobre cómo enseñar en la naturaleza (Del Toro, 2014), ya que ni los cursos de formación inicial ni los de formación permanente suelen aportar un adecuado conocimiento de contenido y didáctico necesario para enseñar en el exterior de la escuela; es decir, cómo diseñarlas y llevarlas a cabo con el alumnado (Behrendt y Franklin, 2014). En general, se reducen a lecturas, discusiones y visualizaciones de documentales, pero no a su programación, ejecución y evaluación (Ateskan y Lane, 2016).

Metodología

Realizamos nuestra investigación desde una perspectiva mixta y como método de análisis hemos empleado el análisis de contenido para la parte cualitativa y un análisis estadístico con prueba t-student para el caso cuantitativo. Aquí nos referimos al análisis cualitativo. La población de estudio consistió en 27 profesores-estudiantes que cursaban *Didáctica I* durante el segundo semestre del 2016 en el Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana (Neiva-Colombia). Para el caso de esta comunicación nos referimos a los resultados de la aplicación de un cuestionario (validado previamente por expertos y aplicado en varios contextos de formación de profesores de ciencias naturales) al inicio de la investigación. El cuestionario consta de dos grandes apartados, en la primera que corresponde a seis preguntas, se abordan aspectos generales sobre las Salidas de Campo; en el segundo apartado se plantea un escenario hipotético sobre la cual deben contestar a seis situaciones en el caso de encontrarse como docentes de una institución educativa del Departamento del Huila (Colombia).

Para el caso de nuestra investigación hemos propuesto un sistema de categorías para el análisis sobre las Prácticas de Campo en la Enseñanza de la Biología y la formación docente. Sin embargo, dada su extensión, nos referiremos aquí a una categoría en especial que hemos denominado *Naturaleza del Trabajo de Campo*, sobre la cual hemos establecido cuatro subcategorías, desde la más inicial hacia una más de referencia en la formación del profesorado, así abordamos aquí la pregunta ¿Para ti qué es una Práctica de Campo?.

Resultados y Discusión

Sobre la *Naturaleza del trabajo de campo* hemos establecido cuatro subcategorías, *Salida*, *Experiencia, Estrategia de enseñanza* y *Desarrollo profesional.* A continuación desarrollamos las tres primeras subcategorías dado que fueron las halladas al inicio; presentamos respuestas dadas en los cuestionarios por los futuros profesores y realizamos un análisis desde el marco de la Didáctica de las Ciencias y la formación docente. Destacamos que ubicamos aquí 24 de los 27 futuros profesores, pues en los 3 casos restantes, no hubo información que diera cuenta de esta categoría.

Salida

> *"Práctica de campo es dirigirse a un lugar fuera del aula de clase y de la misma universidad, ya sea a otro municipio o ciudad…"*

Es de destacar que la mayoría de estudiantes (15/27) del espacio formativo se circunscriben con una postura en la cual la Práctica de Campo se refiere exclusivamente al hecho de salir de la

escuela. En algunos casos se hace referencia a espacios de educación formal y en otros a espacios de educación no formal (centros tecnológicos, de estudios científicos, entre otros). En este caso, incluso no se hace alusión a un lugar natural como un ecosistema, parque, reserva, etc. De igual forma, los futuros docentes no hacen referencia a elementos de tipo didáctico sobre esta estrategia de enseñanza, tales como sus finalidades de aprendizaje, sus aportes en el aprendizaje del alumnado, los roles de trabajo, su planificación, entre otros. En este sentido, los futuros docentes se centran en una perspectiva más como aprendices que como profesores, por tanto no existe un aporte a la formación docente y su desarrollo profesional.

Para Amórtegui y Correa (2012), desde esta perspectiva, los futuros docentes conciben la actividad de campo como una actividad que se realiza tan solo en un ambiente diferente al aula de clase (sea o no de características naturales) en donde los estudiantes (en este caso, ellos mismos) pueden entrar en contacto directo con su objeto de estudio; en este sentido, no suelen desarrollarse procesos de experimentación sino de mera observación y descripción y por tanto no es condición "sine qua non" estudiar el fenómeno viviente desde lo más cercano posible a sus condiciones naturales. Consideramos que este tipo de concepciones pueden reafirmar la dificultad planteada por Tal y Morag (2009) y Morag y Tal (2012) acerca de la diversidad de acepciones que la literatura reporta sobre el término de Práctica de Campo, entre ellas *field activities, educational field activities, field trips, study visits¸ out of school, excursión, educación experiencial, interpretación ambiental,* entre otras.

Experiencia

> *"Es una experiencia en la cual se aplica lo teórico, es decir, una relación teórico-práctico de una materia en específico a un determinado lugar aplicando métodos…"*

En este caso, algunos futuros docentes (8/27) se refieren a la Práctica de Campo como una Experiencia en la cual predominan dos elementos, la relación teoría-práctica (principalmente como corroboración de la teoría impartida por el profesor previamente en el salón de clases) y el tratamiento de metodologías concretas para desarrollar en el campo.

En este tipo de concepciones se reconoce que la Práctica de Campo se realiza principalmente en un lugar determinado (pueda o no ser natural), sobre el cual se hace algún trabajo específico, además se aplican métodos de estudio para corroborar los temas vistos en clase. Aquí toma papel fundamental la experimentación y observación sobre el objeto de estudio, en algunas ocasiones en pequeños grupos de trabajo.

Pese a que Del Carmen (2011), destaca su papel como motivadora en el aprendizaje del alumnado, los futuros docentes de nuestro estudio, en esta categoría no se contemplan a ellos mismos como profesores y por tanto sobre su quehacer como profesores de ciencias naturales.

Estrategia de enseñanza

> *"La práctica de campo es una estrategia pedagógica que permite la interacción del sujeto y el entorno con fines investigativos lúdicos y sociales permitiendo a su vez el desarrollo de estructuras cognitivas a partir de las situaciones vividas en exteriores y conceptos previos…"*

Consideramos que desde esta perspectiva de la Práctica de Campo, en la cual tan solo se identifican dos futuros profesores (de un total de 27), es fundamental en la construcción de las concepciones de los docentes en formación y en la construcción de su conocimiento profesional docente, específicamente en la construcción de un Conocimiento Didáctico del Contenido que involucre las Prácticas de Campo como una estrategia de enseñanza.

Desde la Didáctica de la Biología, consideramos importante que el profesorado conciba la Práctica de Campo como una estrategia de enseñanza fundamental en el aprendizaje de la Biología, con

una gran efectividad en la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes que permiten al alumnado comprender desde una perspectiva sistémica y a manera de red de relaciones, el fenómeno de lo viviente; aquí a diferencia de otras estrategias como los museos o zoológicos, se favorece la comprensión de la vida silvestre junto con una alta potencia en la generación de comportamientos en pro de la conservación de los ecosistemas (Morag y Tal, 2012; Del Toro, 2014) y la valoración de la biodiversidad y la generación de actitudes y comportamientos en la conservación de las especies (Guarnizo, Puentes y Amórtegui, 2015).

Por otra parte sobre la idea de la Práctica de Campo como *Desarrollo profesional*, destacamos que no hubo ningún docente en formación que explicitara ideas sobre este asunto al inicio de nuestra investigación (sí al final del proceso formativo), poniendo así de manifiesto la dificultad del profesorado en formación de abordar asuntos sobre su desarrollo profesional, y en concreto sobre el aporte de la realización de Salidas de Campo en su formación como docentes.

Reflexiones finales

Dada las características de las concepciones que hemos encontrado aquí sobre la *Naturaleza del Trabajo de campo*, consideramos que el profesorado de Biología debe tener una formación adecuada y suficiente para saber qué enseñar sobre la naturaleza y cómo enseñar en ella, de tal forma que se pregunte por qué debe aprender el alumnado en el campo, qué relaciones establecer entre la teoría y la práctica, cómo vincular las Prácticas de Campo al currículo de Ciencias, cómo evaluar el aprendizaje del alumnado, desde qué enfoque didáctico orientar la actividad y cuál es el aporte de la salida de campo a su desarrollo profesoral, sabiendo diseñar, poner en marcha, establecer relaciones con otras materias y evaluar este tipo de actividades. Esto pone en evidencia la necesidad de un programa de formación docente que favorezca el desarrollo profesoral sobre el adecuado conocimiento de contenido y didáctico requerido para enseñar Biología a través de las Prácticas de Campo.

Referencias

Amórtegui, E. y Correa, M. (2012). *Las Prácticas de Campo Planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Bogotá: Fundación Francisca Radke y Universidad Pedagógica Nacional.

Ateskan, A. y Lane, J. (2016). Promoting field trip confidence: Teachers providing insights for pre-service education. *European Journal of Teacher Education,* 1 12 (2016), 10.1080/02619768.2015.1113252

Behrendt, M y Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environment and Science Education*, 9, 235-245.

Del Carmen, L. (2000). *Los trabajos prácticos*. En J. Perales y P. Cañal (Coord.) Didáctica de las ciencias experimentales. Madrid: Alcoy.

Del Carmen, L. (2011). *El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la Biología y la Geología*. En Cañal (Coord.) Didáctica de la Biología y la Geología. Barcelona: Graó.

Del Toro, R.M. (2014). *Concepciones y prácticas del profesorado acerca de las actividades de campo en educación secundaria de Biología en diferentes contextos educativos: los casos de Dinamarca, Campiñas (Sao Paulo, Brasil) y la comunidad de Madrid*. (Tesis de Doctorado), Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Gess-Newsome, J. (2015). *A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit*. In: Berry, A., Friedrichesen, P., Loughran, J. Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education. New York: Routledge.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria.* Barcelona: ICE/Horsori.

Guarnizo, M., Puentes, O. y Amórtegui, E. (2015). Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto diversidad vegetal en estudiantes de noveno grado de la institución educativa Eugenio Ferro Falla, Campoalegre, Huila. *Tecné, Episteme y Didaxis.* 37, 31-49.

Morag, O. y Tal, T. (2012). Assessing Learning in the Outdoors with the Field Trip in Natural Environments (FiNE) Framework, *International Journal of Science Education*. 34 (5), 745-777. doi:10.1080/09500693.2011.599046

Park, S. y Chen, Y. (2012). Mapping Out the Integration of the Components of Pedagogical Content Knowledge (PCK): Examples From High School Biology Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching.* 49 (7), 922-941. doi 10.1002/tea.21022

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher,* 15 (2), 4-14.

Tal, T. y Morag, O. (2009). Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden. *Journal of Science Teacher Education*. 20 (3), 245-262. doi 10.1007/s10972-009-9131-1.

Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la universidad pedagógica nacional (Colombia)*. (Tesis de Doctorado), Universidad Complutense de Madrid, España

Dimensiones educativas del alumnado sobre las que inciden las salidas al medio natural según los profesores en formación, ¿varían según la etapa o el sexo de estos?

Emilio Costillo[1], Rocio Esteban[1], Janeth Cárdenas[1], Lina Melo[1], I. Corbacho[1] y Ana Belen Borrachero[2]

[1] Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas: Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España. costillo@unex.es.
[2] Universidad Internacional de La Rioja, España

Resumen

A pesar de la importancia de las salidas al medio natural en la enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología, hay pocos estudios centrados en el profesorado, particularmente durante su formación. Estudiamos la valoración por los profesores en formación de estas actividades respecto a las aulas. La muestra la constituyeron 175 profesores en formación, 63 de infantil, 62 de primaria y 50 de secundaria. Utilizamos una reflexión individual suya sobre estas ventajas y las analizamos tomando en cuenta cuatro dimensiones: dominio afectivo, dimensión cognitiva, dimensión procedimental y dimensión transversal. Se analizaron en función del género y del nivel educativo para el que se estaban formando. La mayoría señala aspectos relacionados con dimensión cognitiva; por el contrario, la dimensión menos considerada fue la procedimental. Solamente se ha detectado diferencias significativas entre las etapas educativas en la dimensión afectiva. Entre el sexo de los futuros docentes no se han hallado diferencias significativas

Palabras clave: Salidas al medio natural; desarrollo profesional del profesorado; dominio afectivo y cognitivo; actividades de enseñanza-aprendizaje.

Introducción

Actualmente se sabe que las salidas al medio natural son una actividad de gran importancia en la enseñanza y el aprendizaje de la Biología y la Geología, tanto en aspectos cognitivos como actitudinales (Meredith, Fortner, y Mullins, 1997). Algunos autores se inclinan por su aspecto positivo sobre las actitudes de los alumnos (Meredith et al., 1997). No obstante, se conoce y se ha cuantificado su efecto positivo en el plano cognitivo de los alumnos (Meredith et al., 1997) entre otros. Una vez puesta de manifiesto esta relevancia, otros estudios han estado centrados en ofrecer claves para desarrollar estas salidas en el medio natural (Michie, 1998).

Sin embargo, pocos trabajos se dirigen al conocimiento específico de los profesores en relación a estas actividades. Esa carencia es todavía mayor en un aspecto esencial del desarrollo profesional del docente como es la formación inicial del profesor. En este sentido se desconocen algunos aspectos relacionados con el dominio cognitivo y emocional de estos futuros docente frente a las salidas a la Naturaleza. Los trabajos existentes señalan que las salidas al medio natural son fundamentales en la formación de profesores de Biología (Amórtegui, Correa y Valbuena, 2010). Otros trabajos han mostrado que los profesores en formación están muy de acuerdo con el papel esencial de estas actividades en la enseñanza aprendizaje (Costillo, Cañada, Conde y Cubero,

2011). Sin embargo, como es conocido, en muchas ocasiones hay una discordancia entre lo que los profesores creen importante para su labor docente y lo que luego hacen en sus actividades docentes (Martínez, Martín del Pozo, Rodrigo, Varela, Fernández y Guerrero, 2002; entre otros). Esta situación puede observarse en las salidas al medio natural, las conductas docentes de estos profesores no parecen estar de acuerdo con la importancia que en la teoría les dan a estas actividades, se planifican excesivamente teóricas y centradas en el profesor (Costillo, Borrachero, Cubero y Núñez, 2013a).

Por todas estas circunstancias es preciso en la formación inicial de profesores trabajar en profundidad las salidas al medio natural desde una perspectiva constructivista (Couso, 2010) y para ello es fundamental conocer las concepciones que estos futuros docentes tienen de estas actividades.

Objetivos

El objetivo de este trabajo, es analizar de forma exploratoria la valoración que los profesores en formación de distintas etapas educativas (infantil, primaria y secundaria) hacen sobre el efecto de las salidas al medio natural en sus alumnos. Esta valoración se quiere analizar de forma global y se tendrán en cuenta dos cuestiones conocidas que afectan al dominio afectivo de los profesores en formación; sus estudios (Borrachero, Brígido; Gómez, Bermejo y Mellado, 2011; Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013) y su género (Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2012).

De acuerdo con ello la intención es:

- Analizar sobre qué dimensiones educativas de los alumnos piensan los profesores en formación que inciden las salidas al medio natural.
- Examinar si hay diferencias en estas cuestiones entre profesores en formación de infantil, de primaria y de secundaria
- Estudiar si sobre este aspecto se registran diferencias relacionadas con el género de los futuros docentes.

Metodología

El proceso de muestreo para la selección de los participantes fue no probabilístico de conveniencia o incidental. Las razones que avalan esta decisión se deben a la disponibilidad de tiempo y de casos. En total fueron 175 profesores en formación de la Universidad de Extremadura, 63 del Grado en Educación Infantil (curso 2016/17), 62 del Grado en Educación Primaria y 50 del Máster Universitario en Formación de Profesores de Educación Secundaria (Especialidad Biología y Geología), estas dos últimas etapas en los cursos 2016/2107 y 2017/2018. En cuanto al sexo de los futuros maestros, 125 eran mujeres y 50 hombres.

Este estudio está dentro de una propuesta didáctica más amplia (Costillo, Borrachero, Villalobos, Mellado, y Sánchez, 2014). En ella se incluye una reflexión personal de los profesores en formación sobre distintos aspectos de las salidas al medio natural. Uno de los aspectos que se abordaban eran las posibles mejoras que las salidas al medio natural suponían sobre las clases en las aulas:

> "*¿Qué crees que aporta al alumno tu salida a la naturaleza con respecto a las clases en el aula?*"

El análisis de tipo cualitativo se hizo siguiendo las indicaciones propuestas por Bardín (1996) para este tipo de análisis. Para el proceso de categorización se consultó a Caamaño (2003), que

hace una revisión bibliográfica de los objetivos que se pretenden con los trabajos prácticos en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Posteriormente estos objetivos se agruparon en distintas dimensiones de acuerdo a un grupo de expertos (4 investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales). Estos junto con los autores establecieron cuatro posibles dimensiones: dimensión afectiva (motivación, interés, gusto por la ciencia,…), dimensión cognitiva (conocimiento vivencial, aprendizaje significativo,…), dimensión procedimental (método científico, hacer ciencia, manejo de instrumentos,..) y una dimensión transversal (respeto por los seres vivos, trabajo en equipo, mejora de relaciones personales,..). Lavonen, Jauhiainen, Koponeny Kurki-Suonio (2004) establecen para las actividades prácticas de laboratorio unas dimensiones similares, salvo la dimensión transversal. No obstante, a la vista de las reflexiones individuales consideramos que esta última debería tenerse en cuenta.

En todo el proceso se utilizó el software de análisis de datos cualitativo webQDA. Para analizar las diferencias entre sus estudios y entre géneros se utilizó la prueba Chi cuadrado, en el último caso se hizo la corrección de Yates dado que son pruebas con un grado de libertad.

Resultados

La gran mayoría de los futuros docentes indican que una de las mejoras importantes de las salidas al medio natural tenía que ver con la dimensión cognitiva (88%).

El resto de dimensiones son señaladas en menor medida. De esta manera una parte relevante de estos profesores en formación, el 42.9%, indican que las salidas al medio natural generan mejoras en el plano afectivo. También se valoraban aspectos relacionados con la dimensión transversal (32,6%). La dimensión que menos indicaron era la relacionada con los conocimientos procedimentales que tienen que ver con la naturaleza de las ciencias. Solamente el 6,3% de estos futuros profesores muestran mejoras con respecto a las aulas en este aspecto.

Analizando la importancia de estas dimensiones en sus valoraciones según los niveles educativos para los que se formaban estos docentes, solamente se han detectado diferencias significativas en la dimensión afectiva (Chi-cuadrado 23.57, 2 g.l., $p < 0,001$). Los profesores en formación de primaria parecen valorar en mayor medida este aspecto indicando mejoras en el dominio afectivo; un 67.7% frente al 24,0% en secundaria y al 33.3% en infantil (Figura 1). En el resto de dimensiones a pesar de observarse diferencias, no se han detectado que éstas sean significativas (Figura 1).

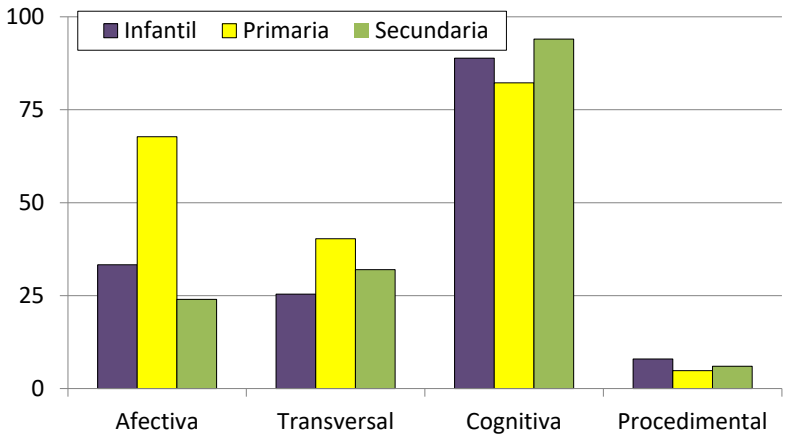


Figura 1. Porcentaje de profesores en formación que señalan que las salidas al medio natural suponen una mejora con respecto a las aulas en las distintas dimensiones consideradas, se comparan profesores en formación en educación infantil, primaria y secundaria

Con respecto al género no se hallaron diferencias significativas en ninguna de las dimensiones consideradas (Figura 2). Los valores son muy parecidos en todas las dimensiones, las mayores diferencias no significativas se observan en la dimensión transversal indicadas por un 38 % de los hombres y por un 30,4% de las mujeres

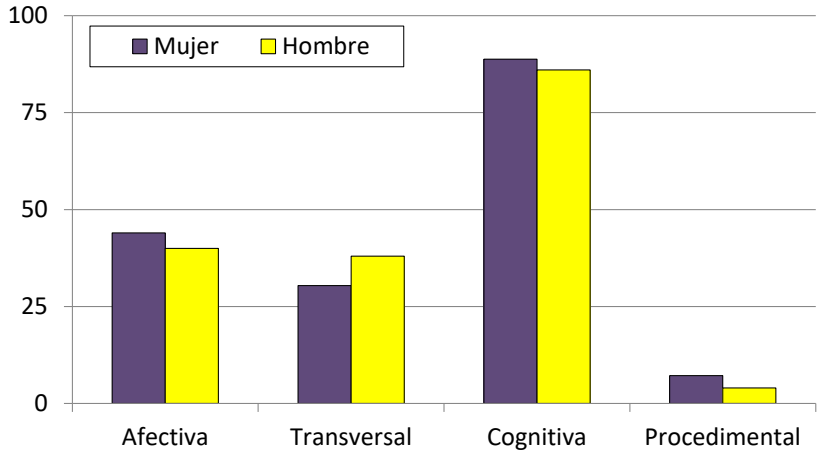


Figura 2. Porcentaje de profesores en formación que señalan que las salidas al medio natural suponen una mejora con respecto a las aulas en las distintas dimensiones consideradas, se comparan profesores en formación según su género

Discusión

Los resultados indican que los profesores valoran las salidas al medio natural como una actividad que supone una mejora para los alumnos en distintos aspectos. Esta situación estaría de acuerdo con la bibliografía que indica que las salidas suponen para los alumnos un beneficio en el plano afectivo y cognitivo (Meredith et al., 1997). No obstante, a pesar de que tradicionalmente muchos profesores se inclinan por su aspecto positivo sobre las actitudes (Meredith et al., 1997), la gran mayoría de profesores en formación de nuestro estudio considera en mayor medida las ventajas que para el alumno tiene en el plano cognitivo. Es de destacar la escasez de estudios en la etapa de infantil; aunque no son comparables nuestros resultados, no son contrarios a los detectados por Morentin (2016).

No obstante, también un porcentaje muy elevado de profesores en formación señalan que las salidas al medio natural suponen una mejora en el dominio afectivo, de acuerdo con la bibliografía al respecto (Meredith et al., 1997). En este aspecto se han encontrado diferencias significativas entre las etapas y son los futuros docentes de primaria los que valoran en mayor medida estas actividades en el plano afectivo. No se puede saber si existe relación, pero los profesores en formación de primaría generalmente suelen mostrar emociones más negativas que los de secundaria ante cuestiones relacionadas con el mundo de las ciencias (Mellado et al., 2014). No se ha encontrado en relación al género de los futuros docentes diferencias significativas, que si se detectan en profesores a la hora de la enseñanza de las ciencias (Mellado et al., 2014).

Es de destacar los porcentajes tan bajos de profesores que señalan una mejora en la dimensión procedimental. Son muchos los trabajos que promueven trabajar los procedimientos de la ciencia con los alumnos en distintos niveles educativos (Sanmartí, 2002; Pujol, 2003, entre otros). Los resultados de este estudio indican que es necesario seguir trabajando esta dimensión en la formación inicial de profesores en todas las etapas.

Agradecimientos:

Estudio financiado por el Proyecto de Investigación: EDU2016-77007-R del Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Proyecto IB16140 del V Plan Regional de I+D+i (2014-2017) de la Junta de Extremadura.

Referencias bibliográficas

Amórtegui, E., Correa, M. y Valbuena, E. (2010). Aporte de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional de futuros profesores de Biología. *Proceedings of II Congrés Internacional de Didactiques*. Girona.

Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal.

Borrachero, A.B., Brígido, M., Gómez, R., Bermejo, M.L., y Mellado, V. (2011). Las emociones de los futuros profesores de Secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología, 2*(1), 521-530.

Borrachero, A.B., Costillo, E. y Melo, L.V. (2013). Diferencias en las emociones como estudiante y docente de asignaturas de ciencias de Secundaria. En: Mellado, V., Blanco, L. J., Borrachero, A. B., y Cárdenas, J. A. *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 373-393). Badajoz, España: Grupo DEPROFE.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M.P. Jiménez (Coord.). *Enseñar ciencias*. *(*pp. *95-118).* Barcelona, España: Editorial Grao.

Costillo, E., Cañada, F., Conde, M. C. y Cubero, J. (2011). Conceptions of prospective teachers on nature field trips in relation to own experiences as pupils. 9th Conference of the European Science Education Research Association. Lyon, Francia.

Costillo, E.; Borrachero, B.; Cubero, J. y Núñez, D. (2013a). Conductas docentes de profesores de secundaria en formación en las salidas al medio natural frente a sus concepciones. *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra, 866-870.

Costillo, E., Borrachero, A.B., Brígido, M. y Mellado, V. (2013b). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*(núm. Extraordinario), 514-532.

Costillo, E., Borrachero, A.B., Villalobos, A.B., Mellado, V., y Sánchez J. (2014) Utilización de la modelización para trabajar las salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 7(13), 165-175.

Couso, D. (2010). Innovar, reflexionar y formar comunidad desde el minuto cero: el reto de una formación inicial de profesores que "siembre semilla". *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Baeza*.

Lavonen, J., Jauhiainen, J., Koponen, I. T., y Kurki-Suonio, K. (2004). Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education. *International Journal of Science Education*, 26(*3*), 309–328.

Martínez, M., Martín del Pozo, R., Rodrigo, M., Varela, P., Fernández, M.P. y Guerrero. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la acción docente de los profesores de ciencias de educación secundaria (parte II). *Enseñanza de las Ciencias, 20*(2), 243-260.

Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, *32*(3), 11-36.

Meredith, J.E., Fortner, R.W. y Mullins, G.W. (1997). Model of affective learning for nonformal science education facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(8), 805-817.

Michie, M. (1998). Factors influencing secondary science teachers to organize and conduct field trip. *Australia Science Teachers Journal*, *44*(4), 43-50..

Morentin, M. (2016). Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1159-1166). Badajoz: UEX-APICE. ISBN: 978-84-617-4059-8..

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obliga*toria. Madrid: Síntesis.

Toma de decisiones en el contexto de una controversia sociocientífica sobre gestión de residuos nucleares ¿Qué operaciones y destrezas se requieren según futuros maestros?

Carolina Martín-Gámez[1], Alicia Fernández-Oliveras[2], Naira Díaz-Moreno [3] y Beatriz Crujeiras-Pérez[4]

[1]Departamento de Didáctica de la Matemática, las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. [3]Departamento de Educación. Universidad de Almería. [4]Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidad de Santiago de Compostela

cmartin@uma.es

Resumen:

La introducción de la Naturaleza de la Ciencia en la formación inicial del profesorado es el eje de un proyecto de investigación en el que se encuadra esta comunicación. En ella se analizan las concepciones iniciales de un grupo de futuros maestros acerca de las operaciones y destrezas requeridas en la toma de decisiones necesaria para resolver un problema sociocientífico sobre gestión de residuos nucleares. Los resultados muestran que el profesorado en formación inicial dispone de un conocimiento muy limitado de tales operaciones y destrezas. Esto dificultará la implementación de estrategias que promuevan una toma de decisiones fundamentada en sus futuros estudiantes. Por ello, es necesario que en la formación del profesorado en ciencias se trabaje la importancia de fomentar el uso de las operaciones y el desarrollo de las destrezas involucradas en la toma de decisiones.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia; Toma de Decisiones; Controversias Sociocientíficas; Formación del Profesorado; Energía Nuclear.

Introducción

El conocimiento científico es parte esencial de la cultura personal, dado que nos permite interpretar la realidad con racionalidad y libertad, así como disponer de argumentos para tomar decisiones (Gresch, Hasselhorn y Bögeholz, 2013). La toma de decisiones hace que los ciudadanos adopten un rol más efectivo y sean conscientes de la proyección social que tienen sus elecciones (Ratcliffe y Grace, 2003). Ello requiere del desarrollo de una serie de destrezas durante la etapa educativa, como son: la elaboración de argumentos consistentes y basados en pruebas (Kifshe, 2012); la evaluación crítica de dichos argumentos (Kolstø et al., 2006); la comprensión de que las cuestiones reales tienen más de una respuesta (Zoller, 1982); la identificación del conocimiento científico implicado (Bingle y Gaskell, 1994); la valoración de alternativas y la evaluación de consecuencias morales (Ratcliffe, 1997).

Poner el foco en intervenciones que fomenten el desarrollo y la práctica de destrezas de investigación e inferencia, junto con el meta-entendimiento de que tales habilidades permiten reconocer el valor de la investigación, es cada vez más necesario para que la educación científica cubra las necesidades de todos los estudiantes (Zimmerman, 2007). Sin embargo, el desarrollo

de dichas destrezas supone ciertas dificultades para el alumnado, como la elaboración de argumentos que infieren una conexión causal e incorporan un mecanismo científico (Jin, Mehl y Lan, 2015); o la evaluación de la información (Jiménez-Aleixandre y Pereiro, 2002), de los argumentos y de los criterios utilizados para tomar una decisión fundamentada (Kolstø et al., 2006). Para solventar estas dificultades se requiere el apoyo docente y por ello formar al profesorado es transcendental (Kim, Anthony y Blades, 2014).

Por otro lado, aunque las nociones sobre energía son esenciales en el currículo internacional de ciencias y la actualidad les confiere cada vez más relevancia, se siguen abordando mayoritariamente desde una perspectiva conceptual. En este sentido, las controversias sociocientíficas (CSC) entendidas como aquellos asuntos sociales controvertidos con vínculos a la ciencia, complejos, abiertos y sin soluciones directas (Sadler, Barab y Scott, 2007), proporcionan un contexto idóneo para trabajar los aspectos relacionados con la energía y las destrezas propias del proceso de toma de decisiones.

Para mejorar la educación científica en el sentido expuesto es clave la formación del profesorado en Naturaleza de las Ciencias (NdC) desde una enseñanza "explícita y reflexiva" (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011, p.409), poniendo énfasis en el desarrollo de destrezas (Kruea-Ina, Kruea-In y Fakcharoenphol, 2015). Por ello, la introducción de la NdC en la formación inicial del profesorado es el eje de un proyecto de investigación cuyo fin último será evaluar una secuencia de enseñanza-aprendizaje puesta en práctica con futuros maestros. En esta comunicación se analizan las concepciones iniciales de un grupo de dichos maestros, acerca de las operaciones y destrezas requeridas en la toma de decisiones necesaria para resolver un problema sociocientífico sobre gestión de residuos nucleares.

Metodología

La muestra estudiada en esta comunicación consta de las respuestas de 60 profesores en formación inicial (pf.) que cursaban estudios el segundo semestre del curso 2017-18 en tres universidades españolas. De estos, 20 eran estudiantes de 2º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Santiago de Compostela, otros 20 cursaban 3º del mismo Grado en la Universidad de Málaga y los 20 restantes eran estudiantes de 4º curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Almería.

Los datos analizados se obtuvieron a partir de la realización de un cuestionario de elaboración propia y aplicado a los participantes antes de abordar una asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La última pregunta del cuestionario trata sobre la toma de decisiones y a ella corresponden las respuestas que conforman la muestra analizada. Su enunciado es el siguiente:

> *"Imagina que eres un personaje similar a Homer Simpson y trabajas en una central nuclear como responsable de la gestión de residuos. Un día recibes la llamada del director de uno de los cementerios nucleares en los que la central almacena los residuos avisando de que los trabajadores encargados de depositarlos no lo hacen en las condiciones acordadas, por lo que si no cambian su forma de proceder el cementerio dejará de almacenar vuestros residuos.*
>
> > *a) ¿Qué operaciones necesitarías poner en juego para tomar una decisión al respecto y que permita resolver el conflicto? Elabora un listado*
> >
> > *b) ¿Qué destrezas necesitarías para llevar a cabo las operaciones propuestas en el apartado an*terior?"

Se realizó un análisis de tipo cualitativo (Schreirer, 2012) centrado en la clasificación del contenido de dichas respuestas a través de un marco de codificación definido por las autoras en un estudio preliminar (Díaz-Moreno, Crujeiras-Pérez, Martín-Gámez y Fernández-Oliveras, 2018).

Las respuestas al primer apartado de la pregunta se analizaron empleando la propuesta de Heath, White, Berlin y Park (1987), que considera cinco operaciones en el proceso de toma de decisiones (Tabla 1).

Para el análisis del segundo apartado de la pregunta el marco utilizado consta de cuatro clases de destrezas, una propuesta por las autoras (destrezas sociales) y tres derivadas de los ámbitos en los que de Pro (2013) agrupa los procedimientos a considerar en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Tabla 2).

Resultados

En la Tabla 1 se aprecia como los datos obtenidos en las tres universidades son muy similares. Las variaciones más pronunciadas se encuentran en las operaciones de identificación del problema y recopilación de información, donde se observa un aumento notable en la Universidad de Almería.

Tabla 1. Operaciones a realizar en la toma de decisiones, identificadas por futuros maestros

Operación	Frecuencia			
	Universidad de Santiago de Compostela	Universidad de Málaga	Universidad de Almería	TOTAL
1. Identificar el problema	2	6	18	26
2. Recopilar información relevante para resolver el problema	9	11	17	37
3. Elaborar posibles soluciones	15	18	15	48
4. Evaluar las soluciones	7	7	2	16
5. Seleccionar propuestas	-	-	-	-

Exceptuando la 5, se identifican todas las operaciones del marco de análisis. La operación más frecuente, considerada por el 80% de los estudiantes, es la elaboración de posibles soluciones (pf.4: "*reuniría a un equipo para diseñar una estrategia que permitiese alcanzar una solución apta para trabajadores y cementerio nuclear*"). Es destacable que la mayoría propone elaborar soluciones sin buscar las opiniones y el consenso de las personas implicadas.

El número máximo de operaciones identificadas por un mismo estudiante es de tres, siguiendo el orden de operaciones 1-2-3 ó 2-3-4. Sólo dos estudiantes identifican cuatro operaciones, haciéndolo en el orden 1-2-3-4. Cabría indicar que tres participantes no responden y diez proponen medidas sancionadoras en vez de acciones para resolverlo el conflicto.

En cuanto a las destrezas que los futuros maestros consideran necesarias se aprecian diferencias en los resultados obtenidos en los tres contextos (Tabla 2). Así, en las universidades Santiago de Compostela y Almería se identifican con mayor frecuencia las destrezas de tipo comunicativo, destacando la oratoria y la persuasión, y en menor medida se identifican las destrezas básicas, mencionando la organización y la gestión. Sin embargo, en la universidad de Málaga las más aludidas son las destrezas sociales y las básicas, subrayando la obtención y organización de la información, así como la mediación y el diálogo con los implicados.

Tabla 2. Destrezas requeridas en la toma de decisiones, identificadas por futuros maestros. Entre paréntesis, la frecuencia relativa sobre el total de destrezas identificadas en cada universidad.

Destrezas	Frecuencia (%)			
	Universidad de Santiago de Compostela	Universidad de Málaga	Universidad de Almería	TOTAL
Básicas	4(12)	10(31)	1(5)	15(17)
Sociales	8(24)	11(34)	5(23)	24(28)
De investigación	8(24)	5(16)	3(14)	16(19)
Comunicativas	13(39)	6(19)	12(58)	31(36)
Total	33	32	21	86

Cabe señalar que tres estudiantes no responden y ocho mencionan otros aspectos que no son destrezas como, por ejemplo, el conocimiento del contenido (pF.11: "*saber del tema que estás tratando*").

Conclusiones

Los resultados muestran que el profesorado en formación inicial dispone de un conocimiento muy limitado de las operaciones a realizar para adoptar una decisión fundamentada. La mayoría se centra en elaborar una solución ante el problema pero sin antes identificarlo o recoger información relevante, y sin buscar la opinión ni el consenso de las partes implicadas. Es también destacable la poca conciencia sobre la necesidad de evaluar las soluciones para seleccionar una de ellas.

Los datos también muestran que los futuros maestros no son conscientes de la necesidad de disponer de destrezas diferentes y variadas que permitan adoptar una decisión fundamentada. Se centran en destacar la importancia de las destrezas comunicativas y sociales. Esto además resulta contradictorio ya que, aun considerando tales destrezas las más importantes, no señalan las operaciones asociadas a ellas (como la búsqueda del consenso de las personas implicadas).

Respecto a la comparación de los tres contextos analizados, en relación a las operaciones, no se observan diferencias significativas, a excepción de una de las universidades estudiadas en la que algunos estudiantes, de último curso, aplican una secuencia de operaciones más coherente. Con respecto a las destrezas, sí se observan diferencias más acusadas en los conocimientos iniciales de los participantes de las tres universidades, siendo necesario estudiar con mayor profundidad el origen de estas diferencias.

Las carencias de conocimiento detectadas en el profesorado en formación, tanto respecto a las operaciones como a las destrezas necesarias para la toma de decisiones, dificultarán la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan una toma de decisiones fundamentada en sus futuros estudiantes. Por ello, sería necesario que desde los programas de formación del profesorado en ciencias se promueva el uso de las operaciones y el desarrollo de las destrezas involucradas en la toma de decisiones, y se trabaje cómo hacerlo en el aula desde una enseñanza "explícita y reflexiva" (García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011, p.409).

Referencias bibliográficas

Bingle, W. H., y Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185–201. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730780206

de Pro, A. J. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (73), 69-76.

Díaz-Moreno, N., Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C. y Fernández-Oliveras, A. (2018). Operaciones y destrezas implicadas en la toma de decisiones sobre una problemática energética, identificadas por maestros en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(2), 2601. DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2601

García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 28, 403-412. DOI: https://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443.

Gresch, H., Hasselhorn, M. y Bögelholz, S. (2013). Training in Decision-making Strategies: An approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2587-2607. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2011.617789

Heath, P. A., White, A. L., Berlin, D. F., y Park, J. C. (1987). Decision making: Influence of features and presentation mode upon generation of alternatives. *Journal of Research in Science Teaching, 24*(9), 821–833. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/tea.3660240905

Jiménez-Aleixandre, M. P., y Pereiro, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1171-1190. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690210134857

Jin, H., Mehl, C. E. y Lan, D. H. (2015). Developing an analytical framework for argumentation on energy consumption issues. Journal of Research in Science Teaching, 52(8), 1132-1162. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/tea.21237

Kim, M., Anthony, R. y Blades, D. (2014). Decision making through dialogue: A case study of analyzing preservice teachers' argumentation on socioscientific issues. Research in Science Education, 44(6), 903-926. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/s11165-014-9407-0.

Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, V., y Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90, 632-655. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/sce.20133

Kruea-Ina, C., Kruea-In, N., y Fakcharoenphol, W. (2015). A Study of Thai In-Service and Pre-Service Science Teachers' Understanding of Science Process Skills. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 197, 993-997. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.291

Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069970190203

Ratcliffe, M., y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Philadelphia, PA: Open University Press.

Sadler, T. D., Barab, S. A. y Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?. *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9

Schreirer, M. (2012). Qualitative content analysis in practice. Londres: Sage.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. Developmental Review, 27(2), 172-223. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001.

Zoller, U. (1982). Decision-making in future science and technology curricula. *European Journal of Science Education*, 4(1), 11–17. DOI: https://doi.org/10.1080/0140528820040103

Construyendo ecosistemas: De primaria a la formación inicial de maestros

Mª José Sáez Bondía, Mª José Gil Quílez y Mª Begoña Martínez Peña

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

msaezbo@unizar.es

Resumen:

Se presenta el análisis que llevan a cabo futuros maestros sobre los vídeos realizados en un aula de Primaria durante la construcción de ecosistemas y la justificación que dan los escolares sobre la evolución de dichos ecosistemas. El objetivo es conocer cómo plantean la transposición didáctica del tema de los ecosistemas los futuros maestros, después de haber trabajado sobre sus propias dudas y problemas y de haber analizado las dificultades de los alumnos de primaria. La reflexión ante las grabaciones de situaciones de aula y la toma de decisiones sobre cómo debería ser la transposición didáctica constituye una estrategia fundamental en la formación del profesorado. Los futuros maestros lo asumen como una experiencia real de aula en la que aplicar los conocimientos aprendidos en su formación así como percibir los obstáculos para realizar esa tarea.

Palabras clave: ecosistemas; pensamiento sistémico; grabaciones de vídeo, transposición didáctica

Introducción

La investigación en Biología desde hace décadas ha adoptado un enfoque sistémico en sus diferentes áreas de estudio (Riess y Misho, 2010) y laEcología no es ajena a este enfoque. En el ámbito educativo la idea de sistema está presente en los currículos y en ellos se plantea la consecución de una serie de destrezas y habilidades necesarias para promover el pensamiento sistémico (Romeo Sánchez y Gil Quílez, 2017). El desarrollo del pensamiento sistémico en el alumnado es uno de los principales retos a los que se enfrentan docentes e investigadores en el contexto actual, desde la perspectiva de alfabetización científica.

En la educación básica, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales han estado tradicionalmente ligados a la memorización de términos sobre objetos y procesos, muchas veces descontextualizados. De este modo, al trabajar con futuros maestros nuestro objetivo es que sean competentes en el planteamiento de actividades contextualizadas en el aula de primaria. En sus propuestas didácticas debe quedar reflejada la planificación de la interacción con los alumnos, aspecto que a los maestros en formación les resulta complejo plasmar. Consideramos que analizar situaciones reales de aula les capacita para reflexionar y revisar sus propuestas, paliando en parte su falta de experiencia que les hace depender de materiales ya elaborados (Gil Quílez, Martínez Peña y Cordero, 2017)

Los resultados obtenidos en investigaciones que proponen el análisis y la valoración crítica de propuestas y materiales señalan que se trata de una actividad positiva y recomendada en la formación de maestros (Duncan, Pilitsis y Piegaro, 2010). Al realizar la valoración se ponen de manifiesto los criterios empleados y la idea que subyace sobre la enseñanza y aprendizaje de las

ciencias. Así mismo se han realizado análisis de situaciones de aula en contexto mediante grabaciones de vídeo, es decir, no solo de la propuesta y los materiales sino sobre lo que finalmente ocurre en el aula (GilQuílez et al., 2017). Estos trabajos favorecen el estudio de la transposición didáctica al aula (Chevallard, 1998).

En este trabajo se presenta el análisis que llevan a cabo futuros maestros sobre los vídeos realizados en un aula de Primaria durante la construcción de ecosistemas y la justificación que dan los escolares sobre la evolución de dichos ecosistemas. Este análisis sirve de contexto para orientar la transposición didáctica del tema de ecosistemas por parte de los futuros maestros. Así pues, el objetivo de este trabajo es conocer cómo plantean la transposición didáctica del tema de los ecosistemas los futuros maestros, después de haber trabajado sobre sus propias dudas y problemas y de haber analizado las dificultades de los alumnos de primaria cuando se les plantea diseñar y mantener ecosistemas en el aula.

Marco teórico

Tradicionalmente, el tratamiento de los ecosistemas en las aulas ha consistido en presentar sucesivamente la descripción de diferentes hábitat y las relaciones entre los organismos mediante pirámides tróficas, lo que conduce a generar conocimientos fragmentados y poco relevantes (Ben-ZviAssaraf y Orion, 2005). En la actualidad se busca que los alumnos desarrollen un pensamiento sistémico que ayude a reconocer, describir y modelar aspectos complejos de la realidad como sistemas, identificando los elementos constituyentes y sus interacciones, así como reconocer los cambios en el tiempo, y construir un modelo interno que facilite hacer predicciones (Riess y Misho, 2010).

El pensamiento sistémico debe promover estrategias para que los alumnos trabajen los contenidos desde distintas perspectivas haciendo ver las relaciones que existen entre los distintos elementos y las implicaciones que suponen dichas interacciones para el conjunto del ecosistema (Archer, Arcá y Sanmartí, 2007) y para ello es preciso que los profesores conozcan cuáles son los modelos de los escolares como punto de partida para seguir trabajando en la construcción de dicho conocimiento (Ibarra, Carrasquer y Gil Quílez, 2010).

La formulación de preguntas constituye una herramienta básica para la construcción de modelos y la conexión de ideas que permiten afrontar la compresión de fenómenos complejos (Aragüés, Gil Quílez y de la Gándara, 2013). A través de las preguntas el alumnado es capaz de avanzar en su propia comprensión lo que representa una poderosa actividad metacognitiva (Roca, 2008) fundamental en el desarrollo de una visión sistémica. Diversos autores consideran que el análisis y la valoración crítica de grabaciones de vídeos sobre situaciones reales de aula por parte de los futuros profesores promueve el estudio y reflexión sobre los variados aspectos e interacciones que tienen lugar en las clases de ciencias como la naturaleza del conocimiento científico o el planteamiento de preguntas (Duncan et al., 2010; Aragüés et al., 2013). Plantear propuestas de este tipo a los futuros maestros fomenta que desarrollen la metacognición profundizando en los razonamientos elaborados por los alumnos entre ellos y con el profesor (Richoux, Tiberghien y Saint Georges, 2012).

Metodología

Muestra

Alumnos de educación primaria de un colegio público de 5º y 6º curso (24 y 21 alumnos respectivamente) en colaboración con sus dos maestras. Tres grupos de estudiantes de tercer curso del grado de Magisterio de educación primaria de la Universidad de Zaragoza (45, 47 y 40 estudiantes respectivamente).

Obtención de los datos

Fase 1. Estudiantes de primaria construyen ecosistemas

Después de haber trabajado el tema, durante el curso 2017/2018, los niños de primaria plantearon la posibilidad de construir ecosistemas en el aula. Comenzaron buscando información por grupos para hacer ecosistemas concretos, elaboraron un listado de materiales que presentaron en clase y se discutió con las maestras y las profesoras de la universidad (figura 1.a).

A partir de ahí se refinaron las propuestas. Trajeron los materiales al aula y construyeron en cada clase cuatro ecosistemas distintos: 1) acuático cerrado con pequeños crustáceos, algas cladophora(figura 1.b); 2) acuático abierto con los mismos organismos; 3) terrestre con lombrices, tierra y hojas y 4) terrestre con caracoles y césped y otras plantas.

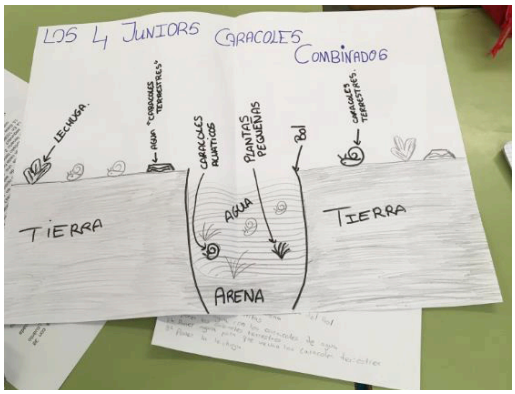


Figura 1.a. Propuesta de los alumnos de primaria sobre los materiales necesarios para construir un ecosistema

Figura 1.b. Los alumnos de primaria acabando los montajes de sus ecosistemas (acuáticos cerrados)

Los alumnos observan la evolución de los ecosistemas y explican las posibles causas de los cambios que han ocurrido en los mismos. Dichas explicaciones se graban en vídeo (tabla 1). Posteriormente hay una sesión con las maestras y las profesoras de universidad en donde se debate y profundiza sobre las explicaciones grabadas en el vídeo.

Tabla 1. Explicaciones sobre la evolución de los ecosistemas en las aulas de primaria

¿Por qué salen las lombrices a la superficie? • *Porque cuando llueve pueden salir de manera segura para buscar nuevas madrigueras.* • *Las lombrices salieron porque a ellas les gusta la humedad y como el ecosistema estaba húmedo salieron.* • *Porque cuando están bajo tierra tienen aire de la superficie, en cambio si hay mucho agua no pueden respirar bien, no pueden respirar por eso no están debajo y están arriba.*
¿Por qué en el ecosistema acuático abierto se ha puesto el agua turbia? • *Porque metimos a dos cangrejos (muertos) y se han podrido.* • *Creo que lo que pasa es que los cangrejos que metimos ensuciaron y contaminaron el ecosistema.* • *El ecosistema huele mal porque los cangrejos se descomponen y el agua también porque falta de oxígeno.* • *Se está evaporando el agua.*

¿Por qué en un ecosistema acuático cerrado ha salido espuma y en el otro no?

- *Porque la cladofora está sucia*
- *Porque el agua no está del todo limpia.*
- *Creo que lo que ha pasado ha sido que como se ha podrido las plantas y las lombrices, se fermentan y se produce anhídrido carbónico.*

Fase 2. Trabajamos los ecosistemas con maestros en formación inicial

A los futuros maestros se les pide que planteen una actividad similar a la que han realizado los alumnos de primaria. Tras proponerles la construcción de un ecosistema cerrado, los estudiantes plantean diferentes opciones y son discutidas. Finalmente, se acuerda construir una eco-columna (figura 2). A lo largo del curso observan su evolución, plantean preguntas y mantienen el ecosistema.

Figura 2. Estudiantes de magisterio construyendo la ecocolumna

Fase 3. Análisis de las grabaciones realizadas en primaria y diseño de una secuencia sobre ecosistemas por parte de los maestros en formación inicial

Se presentan los vídeos de las explicaciones de los niños de primaria y, tras un consenso sobre los criterios de análisis, se analizan y se discuten los resultados. Finalmente, proponen secuencias didácticas para trabajar los ecosistemas y superar las dificultades que han percibido tras el análisis realizado.

Análisis de los datos

Tabla 2. Base de orientación para identificar las dificultades del alumnado de primaria

Centrado en los organismos	Factores abióticos	Sistema
Energía: • Obtención de la energía **Reproducción:** • Mantenimiento de la población **Competidores:** • Por el alimento • Por la pareja • Por el espacio	**Clima:** • Temperatura, humedad, luz **Sustrato, suelo** **Oxígeno, CO_2**	**Establecimiento de relaciones**: • Entre organismos • Entre organismos y factores abióticos

Los datos de las grabaciones de vídeo del aula de primaria fueron analizados por los maestros en formación teniendo en cuenta si los alumnos hacen referencia a las necesidades de los organismos, a las variables que intervienen o a si comprenden el funcionamiento como sistema de su ecosistema. En la tabla 2 se sintetizan los aspectos que deben guiar dicho análisis.

Los datos de las propuestas de los maestros en formación para realizar la transposición didáctica al aula de primaria, después de haber detectado las dificultades de los niños de primaria se analizan teniendo en cuenta los aspectos referidos a los contenidos y a la metodología didáctica siguiendo la tabla 3.

Tabla 3. Base de orientación para el análisis de las propuestas de los maestros en formación (adaptado de Ben-ZviAssaraf y Orion, 2005 y Del Carmen, 1999 en Sáez et al.2017)

Niveles del modelo	**Características en cada nivel**	**Secuenciación progresiva**
Nivel 1: Análisis de los componentes del sistema	1. Identificar los elementos de un sistema y sus procesos	¿Cómo es el ecosistema? (Límites, caracterización de factores abióticos y bióticos, estudio de la diversidad y abundancia de especies, ocupación del espacio por los organismos)
Nivel 2: Síntesis de los componentes del sistema	2. Identificar relaciones simples 3. Identificar relaciones dinámicas 4. Organizar elementos y procesos y sus interacciones 5. Identificar ciclos de materia y energía	¿Cómo es el ecosistema? Relaciones entre organismos
Nivel 3: Aplicación (transferencia)	6. Reconocer elementos no evidentes 7. Hacer generalizaciones 8. Pensar temporalmente	¿Cómo cambia el ecosistema con el tiempo? (ritmos biológicos: diurno, estacional y sucesiones)

Resultados

Los resultados preliminares muestran que cuando los estudiantes de magisterio abordan el tema de ecosistemas solo tienen en consideración los elementos visibles presentes en él (por ejemplo, no consideran el oxígeno o la temperatura), estableciendo relaciones muy simples entre estos elementos. Asimismo, cuando se les pregunta por los aprendizajes que puede aportar la ecocolumna, enfatizan la importancia de la manipulación.

Consideraciones finales

La reflexión ante las grabaciones de situaciones de aula y la toma de decisiones sobre cómo debería ser la transposición didáctica constituye una estrategia fundamental en la formación del profesorado, ya que los futuros maestros lo asumen como una experiencia real de aula en la que aplicar los conocimientos aprendidos en su formación y donde se dan cuenta de los obstáculos para realizar esta tarea.

De manera general se puede afirmar que las dificultades de aprender y enseñar ecosistemas están relacionadas con el lenguaje, tanto en el aula de primaria como en la Universidad. La complejidad de los fenómenos que intervienen en un ecosistema (gran número de interrelaciones,

factores de cambio, límites temporales y espaciales, etc.) constituye un obstáculo en la comunicación de datos e ideas por parte del alumnado. La observación de vídeos de situaciones reales de aula y su posterior análisis ayuda a los maestros en formación inicial a percibir este tipo de obstáculos.

Agradecimientos

Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) perteneciente al Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA-UNIZAR). Proyecto EDU2016-76743-P del MINECO.

Referencias bibliográficas

Aragüés, A., Gil Quílez, M.J. y de la Gándara, M. (2013). Trainee teachers in the primary classroom: the role of questions in developing a sequence of inquiry-based classes. *European Science Education Research Association (ESERA) 2013 Conference*, Nicosia, Chipre.

Archer, A., Arcá, M. y Sanmartí, N. (2007): «Modelling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education». *Science Education*, *91*, 398-418.

Ben-ZviAssaraf, O. y Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(5), 518-560.

Chevallard, Y. (1998). *La transposicióndidáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Aique.

Duncan, R. G., Pilitsis, V. y Piegaro, M. (2010). Development of preservice teachers' ability to critique and adapt inquiry-based instructional materials. *Journal of Science Teacher Education, 21*(1), 81-102.

Gil Quílez, M.J., de la Gándara Gómez, M., Dies Álvarez, M.E. y Martínez Peña, B. (2011). Animales extraordinarios: la construcción y uso de modelos en la Escuela Primaria. *Investigación en la Escuela, 74*, 89-100.

Gil Quílez, M.J., Martínez Peña, M.B. y Cordero, S. (2017). Grabaciones de situaciones de aula para la formación del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica, 1*(1), 58-73.

Ibarra, J., Carrasquer, J. y Gil Quílez, M.J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: la descomposición de la materia viva. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 64*, 99-108.

Richoux, H., Tiberghien, A. y Saint Georges, M. (2012). Cómo aprenden los profesores a partir de vídeos de alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30, 35–48.

Riess, W. y Mischo, C. (2010). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education*, *32*(6), 705–725.

Roca, M. (2008). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Romeo Sánchez, A. y Gil Quílez, M.J. (2017). Pensamiento sistémico: El concepto de sistema en el currículo y en libros de texto de secundaria de biología y geología. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario (2017), 1393-1397.

Sáez Bondía, M.J., Lucha López, P., Claver Giménez, A.M., Arasanz Broto, A. y Iráizoz Esteban, R. (2017). Del dicho al hecho en una propuesta sobre ecosistemas contextualizada en el huerto escolar. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 47-57.

¿Qué relación existe entre las ideas sobre indagación y evaluación?

María José Sáez Bondía[1], Ángel Luis Cortés Gracia[1], María José Gil Quílez[1], Begoña Martínez Peña[1] y Santos Orejudo Hernández[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y [2]Departamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza

msaezbo@unizar.es

Resumen:

El presente trabajo muestra el proceso de validación de un cuestionario sobre creencias sobre la evaluación de los aprendizajes en ciencias con una muestra de 255 maestros en formación inicial. A partir de dicho cuestionario se realiza un análisis descriptivo atendiendo a los factores obtenidos. Asimismo, a través de un ANOVA factorial se estudian las relaciones sobre las creencias de estos estudiantes y sus perfiles ante la enseñanza de las ciencias por indagación, tomando como referencia estudios previos.

Palabras clave: Creencias; formación inicial de maestros; evaluación

Introducción

Cuando un maestro comienza su formación tiene una serie de creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje que repercuten en el desarrollo de su futura práctica docente (Perrenoud, 2004). Estas creencias juegan un papel fundamental en el modo en que los maestros interpretan los conocimientos sobre didáctica, extraen las principales ideas sobre la temática a trabajar y, en consecuencia, toman decisiones (Bryan, 2003). Es más, el estudio de las creencias, ha sido, desde la perspectiva de la formación del profesorado, una de las líneas de investigación principales en la Didáctica de las Ciencias desde finales de los años 80 (Porlán y Martín del Pozo, 2004).

Son muchos los trabajos que han analizado las creencias, tanto de maestros en ejercicio como de maestros en formación inicial, sobre la naturaleza de la ciencia o sobre cómo enseñar ciencias (Bryan 2003; Campbell, Abd-Hamid y Chapman, 2010, entre otros). Sin embargo, son menos los estudios que se centren en las creencias sobre la evaluación de los aprendizajes en el contexto de las materias científicas (Bryan, 2012).

Las creencias de los maestros sobre cómo deben ser evaluados los aprendizajes del alumnado tienen relación con el modo en que éstos conciben el proceso de enseñanza y aprendizaje (Ibarra y Rodríguez, 2010). De hecho, "cualquier intento de mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje está condenado al fracaso –o falta de operatividad– si no va acompañado, paralelamente, de un perfeccionamiento en los modelos y técnicas de evaluación" (Rodríguez Barreiro, Gutierrez Muzquiz y Molledo, 1992, p. 254), ya que existe una íntima relación entre el modelo de enseñanza y la evaluación (Atkin, Black y Coffey, 2001).

En un trabajo previo (Sáez Bondía, Cortés Gracia, Gil Quílez, Martínez Peña y Orejudo, 2017), a través de un cuestionario de escala Likert, se establecieron los perfiles de un grupo de estudiantes de magisterio ante la enseñanza por indagación, clasificándolos en tres perfiles, denominados

respectivamente “más indagador”, “intermedio” y “pesimista ante la indagación”. El presente trabajo muestra la validación de un cuestionario sobre creencias sobre evaluación de los aprendizajes en ciencias y la relación existente con los perfiles analizados en el trabajo anterior.

Marco teórico

La evaluación es una de las principales preocupaciones del profesorado en ejercicio. Sin embargo, parece ser un aspecto al que los maestros en formación inicial dan menos importancia cuando plantean propuestas (Gil Quílez, Martínez Peña y Cordero, 2017) o se les pregunta por sus necesidades formativas (Cortés et al., 2012).

Las creencias sobre “evaluación” suponen teorías implícitas de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje, sobre la cultura escolar predominante, sobre la organización en el aula y sobre la estructura cognitiva tanto de maestros como de alumnos (Pozo, 2000; Bryan, 2012). Por tanto, tienen una relación con los modelos docentes predominantes, pudiendo encontrar dos tipos de maestros: 1) los que creen que la evaluación es un instrumento de control que proporciona información objetiva sobre las respuestas correctas (Stiggins, 2006) y que, de este modo, pueden identificar los “errores” de los estudiantes y reconducirlos con la realización de más ejercicios (Sanmartí, 2007); y 2) los que piensan que la evaluación permite detectar las causas de las dificultades de los estudiantes y se interesan más por los procesos en el desarrollo de tareas por parte del alumnado que por los resultados finales. El primer grupo correspondería a una visión tradicional que considera las producciones finales (Porlán, 1993). El segundo grupo poseería una visión cognitivista de la evaluación (Sanmartí, 2007)

Metodología

Participantes y contexto

En este estudio participó un total de 255 estudiantes de tercer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria que cursaban la asignatura de Didáctica del Medio Biológico y Geológico en la Universidad de Zaragoza.

La edad media de los participantes era 22,3 años, siendo un 65,9 % mujeres (n=168) y un 34,1% hombres (n= 87). Se tuvieron en consideración los estudios previos en ciencias en bachillerato. De las siete asignaturas de ciencias en bachillerato, el 77,3 % de los participantes (n=197) habían cursado tres asignaturas o menos.

Diseño del cuestionario “Creencias sobre Evaluación de los Aprendizajes en Ciencias” (CEAC)

El cuestionario, de escala Likert 1-4 (siendo 1 “totalmente en desacuerdo, 2 “en desacuerdo”, 3 “de acuerdo” y 4 “totalmente de acuerdo”), fue elaborado atendiendo a resultados sobre las necesidades formativas declaradas por los maestros en formación inicial (Cortés et al., 2012). Tomando como referencia las principales respuestas dadas por los estudiantes sobre la evaluación de los aprendizajes, se fueron elaborando frases representativas que recogiesen tanto visiones tradicionales de la evaluación como aquellas que tuviesen en consideración el proceso de aprendizaje y las causas de las dificultades de los estudiantes (Porlán, 1993, Sanmartí et al. 2006, Sanmartí, 2007).

Las frases elaboradas inicialmente fueron refinadas atendiendo a la claridad de las mismas y a su relación con una “evaluación tradicional” o una “evaluación cognitivista”, atendiendo al marco teórico de referencia. Finalmente, el cuestionario inicial constaba de 27 ítems que fueron cumplimentados por los estudiantes participantes de forma anónima para su validación el primer día de clase junto con un cuestionario relativo a las creencias sobre cómo enseñar ciencias (Sáez Bondía et al., 2017).

Proceso de validación del cuestionario

El procedimiento de validación del cuestionario CEAC partía de la realización de un análisis factorial exploratorio (AFE) a partir del cual se obtuvo un modelo inicial de cuatro factores. Considerando el modelo teórico de creencias sobre evaluación, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio (AFC) que permitió obtener un modelo de tres factores. El número de ítems de los dos modelos fue reducido, eliminando aquellos factores cuyos pesos eran menores de 0,4. Por último, dadas las limitaciones en el constructo teórico en el que se enmarcaba la investigación y los valores estadísticos obtenidos, se creó un modelo mixto de tres factores atendiendo a las coincidencias entre el modelo matemático obtenido con el AFE y el teórico obtenido con el AFC, que fue de nuevo validado a través de un AFE. Un procedimiento similar fue llevado a cabo por Sáez Bondía et al. (2017) para el estudio de los perfiles de los maestros en formación inicial ante la enseñanza por indagación. Previo a la realización del AFE, se confirmó la pertinencia de su realización a través del índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO=0.738) y la prueba de esfericidad de Bartlett (p=0.00).

Análisis de la relación entre perfiles de enseñanza de las ciencias y creencias sobre evaluación

Una vez validada la escala sobre evaluación se realizó un análisis descriptivo a partir de los factores obtenidos en el modelo final (modelo mixto) con el programa SPSS 19. A partir de un análisis de conglomerados con los resultados del cuestionario relativo a las creencias sobre cómo enseñar ciencias se establecieron, para el grupo de estudiantes analizado, perfiles ante la enseñanza por indagación (Sáez Bondía et al., 2017) que fueron comparados con el tipo de respuestas dadas en el cuestionario CEAC a través de un ANOVA factorial.

Resultados

Cuestionario definitivo y resultados descriptivos

El cuestionario CEAC quedó reducido a 16 ítems agrupados en 3 factores que presentan un ajuste óptimo de los datos (RMSEA=.048; CFI=.929, TLI=.914) atendiendo a los criterios de Brown (2006). En la tabla 1 se muestran cada uno de los factores obtenidos y los ítems correspondientes a cada factor con sus pesos factoriales (correlaciones ítem-factor) y el alfa de Cronbach para cada factor.

En cuanto a los resultados descriptivos, la importancia atribuida a los distintos factores es diferente. La evaluación en la que se consideran tanto los procesos como los productos vinculados a un nivel de autonomía medio (factor 3) es la mejor valorada (n=290, media=3,43, S.D.=0,35), seguida de aquella en la que se consideran niveles mayores de autoaprendizaje (factor 2) (n=289, media=3,30, S.D.=0,43). Por su parte, la evaluación tradicional (factor 1), en la que solo se consideran las producciones finales es considerada la menos relevante (n=288, media=2,29, S.D.=0,57).

Relación entre perfiles y creencias sobre evaluación

La tabla 2 muestra para cada perfil (Sáez Bondía et al., 2017) la importancia atribuida a los factores sobre evaluación obtenidos en el cuestionario CEAC. En los factores en los que se observan mayores diferencias, en términos del tamaño del efecto para cada perfil, se encuentran la evaluación que implica altos niveles de autonomía o factor 3 (η^2=.117) y la evaluación con niveles intermedios de autonomía o factor 2 (η^2=.067).

Como se puede observar, los perfiles de los estudiantes analizados ante la enseñanza por indagación tienen una relación evidente con sus creencias relativas a cómo evaluar el aprendizaje de las ciencias. El perfil A, que representa a los estudiantes más optimistas ante la indagación, valora con puntuaciones más bajas la evaluación tradicional. Los estudiantes con un perfil B,

Tabla 1. Coeficientes estandarizados del AFC y consistencia interna para cada factor del cuestionario definitivo sobre Creencias sobre Evaluación de los Aprendizajes en Ciencias.

Ítem	Coeficientes	Alfa[1] de Cronbach
Factor 1: Valora exclusivamente las producciones finales del alumnado		*0.686*
Reproduce literalmente los conceptos enseñados cuando se lo demandan	0.672	
Responde correctamente en sucesivas pruebas escritas	0.744	
Por encima de lo que aparenta saber en clase, es imprescindible una prueba escrita para poder apreciar su nivel de conocimientos	0.504	
Reproduce lo esencial de lo trabajado en los cuadernos de clase, o portafolios	0.512	
Factor 2: Valora tareas y producciones que implican un alto nivel de autoaprendizaje por parte del alumnado		0.734
Trabaja en equipo, pide explicaciones a sus compañeros acerca de decisiones que no coinciden con las suyas	0.458	
Formula preguntas que pudieran ser investigadas científicamente	0.581	
Responde a las cuestiones planteadas empleando expresiones propias	0.518	
Intenta resolver los problemas planteados en clase, utiliza conceptos científicos relevantes	0.498	
Selecciona preguntas que pueden ser contestadas/evaluadas mediante investigación científica	0.725	
Contrasta los resultados obtenidos con los conocimientos previos a la hora de establecer conclusiones	0.534	
Factor 3: Valora tareas y producciones que implican un nivel intermedio de autoaprendizaje por parte del alumnado		*0.652*
Las preguntas que plantea no sólo se refieren a datos (nombres, fechas, tamaños, etc.)	0.484	
Pide aclaraciones al profesor cuando no comprende lo que éste expone	0.582	
Propone soluciones que se pueden comprobar	0.655	
Expresa con sus propias palabras los problemas	0.576	
Selecciona los datos que necesita para comprobar su solución al problema	0.744	
Busca información relevante para poder resolver los problemas planteados	0.772	

[1] Alfa de Cronbach para cada factor

Tabla 2. Comparaciones de medias entre perfiles (Sáez Bondía et al., 2017) y factores sobre evaluación con ANOVA factorial

	Conglomerado	N	Media	D.t.	F	η^2
Factor 1	1 – Perfil A	84	2,17	0,62	4,204*	.034
	2 – Perfil B	86	2,42	0,56		
	3 – Perfil C	69	2,30	0,49		
Factor 2	1 – Perfil A	84	3,42	0,40	8,502*	.067
	2 – Perfil B	86	3,38	0,41		
	3 – Perfil C	69	3,16	0,42		
Factor 3	1 – Perfil A	84	3,58	0,30	15,568*	.117
	2 – Perfil B	86	3,46	0,33		
	3 – Perfil C	69	3,29	0,35		

*p<.01

que perciben más limitaciones que los anteriores ante la puesta en marcha de actividades de indagación, obtienen puntuaciones intermedias. El perfil C, o más pesimista ante la indagación, da mayor peso a una evaluación tradicional.

Consideraciones finales

El cuestionario "Creencias sobre Evaluación de los Aprendizajes en Ciencias" (CEAC) incluye ítems que se asocian a 3 factores vinculados o bien a una visión tradicional de la evaluación (factor 1) o a una visión cognitivista (factores 2 y 3). El proceso de validación a través de la realización de análisis factoriales toma en consideración las respuestas dadas por los estudiantes y las agrupa atendiendo a la similitud de varianza de cada sujeto, es decir, atendiendo a la consistencia interna de las respuestas de los mismos. De este modo, los factores establecidos considerando los valores óptimos desde el punto de vista estadístico nos permiten hacernos una idea inicial de los marcos de referencia empleados por los participantes en el estudio, que quizás tengan cierta semejanza aun modelo docente tradicional (factor 1), basado en el aprendizaje "por descubrimiento" (factor 3) o con una visión más "indagadora" (factor 2) (Gil, 1983).

Asimismo, existe una coherencia entre los perfiles determinados en los estudios citados, aspecto que confirma, desde un punto de vista estadístico, la relación entre las creencias sobre evaluación y sobre cómo enseñar ciencias. Por ejemplo, perfiles más pesimistas ante la enseñanza de las ciencias por indagación (se centran en las limitaciones del modelo), son los que están más de acuerdo con evaluar a los estudiantes a través de sus producciones finales. Por el contrario, los más optimistas ante el modelo indagatorio están más abiertos avalorar tareas y producciones realizadas con cierto nivel de autonomía.

Agradecimientos

Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) perteneciente al Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA-UNIZAR). Proyecto EDU2016-76743-P del MINECO.

Referencias bibliográficas

Atkin, J.M, Black, P. y Coffey, J.E. (Eds) (2001). *Classroom assessment and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Brown, T.A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research (Methodology In The Social Sciences)*. Nueva York: Guilford Press.

Bryan, L.A. (2003). Nestedness of Beliefs: Examining a Prospective Elementary Teacher´s Belief System about Science Teaching and Learning. *Journal of research in science teaching*, 40(9), 835-868.

Bryan, L.A. (2012). Research on Science Teacher Beliefs. En B. J. Fraser, K.G: Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 477-495). Nueva York: Springer.

Campbell, T., Abd-Hamid, N.H. y Chapman, H. (2010). Development of instruments to assess teacher and student perceptions of inquiry experiences in science classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 13-30.

Cortés, A.L., Gándara, M. de la, Calvo, J.M., Martínez, M.B., Ibarra, M., Arlegui, J. y Gil, M.J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias,* 30 (3), pp. 155-176

Gil Quílez, M.J., Martínez Peña, M.B. y Cordero, S. (2017). Grabaciones de situaciones de aula para la formación del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica, 1*(1), 58-73.

Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 26-33.

Ibarra, M.S. y Rodríguez, G. (2010). Aproximación al discurso dominante sobre la evaluación del aprendizaje en la universidad. *Revista de Educación,* 351, 385-407.

Perrenoud (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of In-service and Prospective Primary School Teachers About the Teaching and Learning of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 15 (1), 39-62.

Pozo, J.I. (2000). Concepciones de aprendizaje y cambio educativo. *Ensayos y Experiencias*, (33), 4-13

Rodríguez Barreiro, L.M., Gutiérrez Muzquiz, F.A. y Molledo, J. (1992). Una propuesta integral de evaluación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 254-267.

Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L., Gil Quílez, M.J., Martínez Peña, B., Orejudo Hernández, S. (2017). Perfiles de maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias por indagación. *Enseñanza de las ciencias,* nº extraordinario, 2213-2218.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

Sanmartí, N., Simón, M. y Márquez, C. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación: diez años después. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales,* 48, 32-41.

Stiggins, R. (2006). What a difference a word makes. Assessment FOR learning rather than assessment OF learning helps students succeed. *Journal of Staff Development,* 27(1), 10-14.

Medio Ambiente y Sostenibilidad en los Trabajos Fin de grado de los futuros maestros de Infantil y Primaria

Constancio Aguirre Pérez

Facultad de Educación de Cuenca, Unversidad de Castilla La Mancha

Constancio.Aguirre@uclm.es

Resumen:

En el presente trabajo se presentan los resultados correspondientes a una serie de Trabajos Fin de Grado (TFG) de los alumnos tutelados por los profesores de la Facultad de Educación de Cuenca adscritos al área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En ella se analizan principalmente los temas elegidos por dichos alumnos su TFG que orientado hacia un proyecto de Innovación Docente o Investigación Educativa en Infantil y/o Primaria. Un porcentaje significativo de los mismos se decantó por el tema de la Educación Ambiental y la Sostenibilidad. Todos ellos manifiestan en sus conclusiones que la experiencia de elaborar un TFG con esta temática les ha servido de gran utilidad en lo que se refiere a su futuro como maestros en ejercicio. Todo el trabajo llevado a cabo, tanto por el Departamento como por los alumnos involucrados se ha realizado siempre desde la perspectiva de las Ciencias Experimentales.

Palabras clave: Medio Ambiente y Sosteniblidad, Educación Ambiental, Magisterio, Trabajos Fin de Grado.

Introducción

En la Universidad de Castilla-La Mancha y más concretamente en la Facultad de Educación de Cuenca se ha establecido una normativa sobre los TFGs que supone según reza la propia normativa en: la realización por parte del estudiante y de forma individual de un proyecto, memoria o estudio original bajo la supervisión de uno o más directores, en el que se integren y desarrollen los contenidos formativos recibidos, capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante los estudios del Grado.

El TFG deberá estar orientado a la aplicación de las competencias generales asociadas a la titulación, a capacitar para la búsqueda, gestión, organización e interpretación de datos relevantes, normalmente de su área de estudio, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica, tecnológica o ética, y que facilite el desarrollo de un pensamiento y juicio crítico, lógico y creativo.

El TFG deberá demostrar que el estudiante ha adquirido todas las competencias descritas para el título y, por tanto, está preparado para ejercer las profesiones para las que capacita el título.

Para defender el TFG se tiene que haber superado todos los créditos del resto de módulos y materias que conforman el plan de estudios del título.

El TFG consistirá en la elaboración de un trabajo final escrito que demuestre la adquisición de las competencias y su defensa oral y pública ante un tribunal.

Igualmente el artículo 4.1 de la Normativa establece que: El TFG tiene que ser realizado bajo la supervisión de un tutor/a académico, que será un profesor/a con docencia en el plan de estudios

del título de Grado. El profesor/a será responsable de exponer al estudiante las características del trabajo, tutelar al estudiante orientándole en el desarrollo del mismo y velar por el cumplimiento de los objetivos fijados, así como de realizar el seguimiento y autorizar su presentación y defensa. Teniendo en cuenta estos requisitos se establecieron unos criterios para la repartición de los alumnos del último curso entre los distintos Departamentos y éstos, a su vez, hicieron el reparto entre los distintos profesores dentro del propio Departamento.

Contexto

En los últimos años, la Educación Ambiental (EA) ha incorporado nuevas perspectivas, antes minoritarias, al ampliar los objetivos referentes al desarrollo de actitudes y modificación del comportamiento hacia otros más amplios de desarrollo de competencias. Así, en lugar de la modificación de conductas el objetivo de este nuevo paradigma de la EA va más allá y puede expresarse como el de desarrollar en los sujetos "capacitación para la acción", lo que Jensen & Schnack (1994) definen como sigue:

"Desarrollar capacitación para la acción se convierte en el ideal formativo desde una perspectiva democrática". "Capacitación" se asocia a "ser capaz de" –y desear– ser un participante cualificado. Y "acción" debería interpretarse con todo el complejo de diferenciaciones que conciernen al comportamiento, actividades, actos, hábitos y acciones, pero, en cualquier caso, las caracteriza el hecho de que son realizadas conscientemente y han sido consideradas y perseguidas como objetivos.

Educación para la sostenibilidad y educación ambiental

Expertos e instituciones están reiterando, desde hace décadas, fundamentados llamamientos para que comprendamos la necesidad de hacer frente a la creciente degradación ambiental, al agotamiento de recursos y, en definitiva, a la grave situación de emergencia planetaria en la que estamos inmersos (Vilches y otros, 2010). Dichos llamamientos no han logrado, hasta el momento, la necesaria respuesta de la ciudadanía, pese a las serias amenazas de colapso de nuestras sociedades e incluso de extinción de nuestra especie. Ello hace pensar en la existencia de serios obstáculos que estarían dificultando la implicación de los diferentes sectores sociales, incluyendo a los educadores, como responsables de la formación ciudadana.

Buena parte de dichos obstáculos son expresión de lógicas inercias y resistencias a modificar concepciones, comportamientos y formas de vida, fuertemente arraigados en nuestras sociedades (Vilches et al., 2008), que conforman el modelo económico y la relación de nuestra especie con el medio. (Vilches, A. (2010).

La inclusión de la Educación Ambiental en el Sistema Educativo, precisa modificar la tradicional cultural escolar por una nueva cultura de naturaleza ambientalista o ecologista, lo que implica integrar una serie de tareas que, en su mayoría, aparecen desconectadas:

- Investigación curricular.
- Innovación educativa.
- Formación del profesorado.
- Configuración y desarrollo de propuestas curriculares fundamentadas en postulados medioambientales.

Se trata de "ambientalizar el currículum escolar" (Saéz Martínez y otros, 2011) para lo que han de ser incorporados fines, valores y estrategias conservacionistas a la práctica educativa.

Resulta innegable, así pues, las modificaciones que su aparición comporta, no sólo en las programaciones escolares, sino también en la sociedad en su conjunto, en la que desean percibirse

actitudes comprometidas en la superación de problemáticas detectadas en el Medio Ambiente. (Fernández, M. J., 2003)

Líneas de trabajo para los TFG

- El proyecto de Innovación o Investigación Educativa versaría sobre la aplicación práctica de lo aprendido durante la carrera mediante una experiencia de innovación docente o de pequeña investigación a llevar a cabo, a poder ser, durante la realización del Practicum II (P-II) que se realiza durante el segundo cuatrimestre del cuarto año de la titulación. Para ello, se hace coincidir la figura del profesor tutor para ambas tareas: P-II y TFG.

- En caso de que el alumno, por diversas circunstancias, realice su TFG fuera del período del P-II, la propuesta de innovación docente o de pequeña investigación educativa se permitió que tuviera un carácter meramente teórico, pero suficientemente fundamentado.

- No obstante, sí que se establecieron una serie de posibles temas objeto de Investigación o Innovación que debían ser implementados por los estudiantes preferentemente, y siempre que las circunstancias lo permitieran, durante el período de realización del Practicum II. En concreto, en el Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales se propusieron dos posibles líneas de trabajo:

- Una de carácter muy general que tuviera que ver con cualquier tema de Didáctica de las Ciencias Experimentales en Infantil o Primaria. Es decir, elaborar y desarrollar cualquier tema, unidad didáctica, concepto, materia transversal etc. del currículo de Ciencias de una manera que se pudiera considerar novedosa o innovadora.

- Otra sobre un tema inter y/o transdisciplinar sobre temas medioambientales tratando de responder a la pregunta: ¿***Qué podemos hacer desde la Escuela para contribuir a un Futuro Sostenible?***

Precisamente nuestro trabajo se va a centrar en los alumnos que se han decantado por la última opción.

Muestra de alumnos

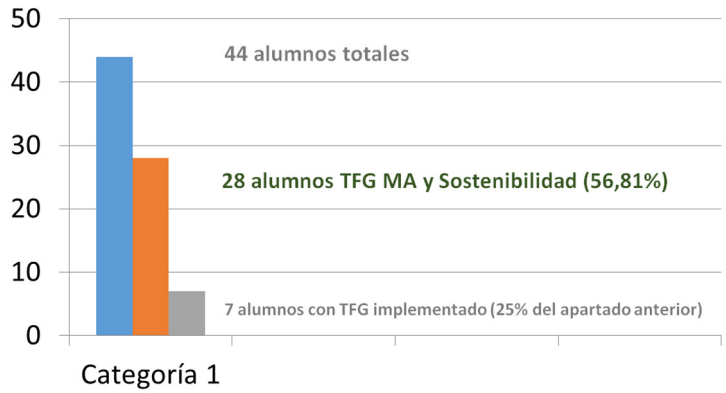
El número de alumnos tutelados por el mismo durante el curso 12-13 ha sido de 44 de los cuales 28 se han decantado por temas relacionados con la Educación Ambiental y la Sostenibilidad, lo que supone un 56,81% del total aunque de ellos solamente 7 (una cuarta parte de los que han elegido el tema) han podido implementarlo durante la realización del P-II. Ello ha sido así por varias razones: algunos de ellos ya habían cursado la Diplomatura de Magisterio en alguna de sus especialidades y tenían convalidado el P-II, otros habían realizado el P-II antes de serles asignado tutor del TFG, Otros no encontraron el Colegio de Prácticas la posibilidad de implementar el proyecto, etc. De tal manera que el objetivo inicial de compatibilizar el P-II con el TFG no pudo ser satisfecho totalmente.

Discusión de los datos

Como decimos, durante el curso 16-17 se le asignaron a la Sección Departamental de DCE de la Facultad de Educación de Cuenca un total de 44 alumnos a tutelar de los cuales:

- Un total de 28 (lo que representa un 56,81% del total eligieron algún tema relacionado con el Medio Ambiente, la Educación Ambiental y/o la Sostenibilidad.

- De los anteriores un total de 7 (lo que supone un 25% de los que eligieron este tema pudieron implementar el proyecto durante el período de su P-II]:



Gráfica 1: TFG de alumnos por categorías

Las razones por las cuales la mayoría de los alumnos no pudo implementar su proyecto durante la realización del P-II tal y como hubiera sido deseable, fueron las siguientes:

- Haber cursado la Diplomatura de Magisterio teniendo convalidado P-II.
- Haber realizado el P-II antes de serles asignado tutor del TFG,
- No poder implementar el proyecto durante el P-II

Conclusiones

No obstante, todos ellos manifiestan en sus conclusiones que la experiencia de elaborar un TFG con esta temática les ha servido de gran utilidad para:

- Tomar conciencia personal, el que no la tenía, e incrementarla, el que ya la tuviera, sobre los graves problemas medioambientales que asolan nuestro planeta en los momentos actuales y cara al futuro, y la gran responsabilidad que como maestros deben asumir en la preparación y concienciación de la futuras generaciones sobre los mismos.

- Comprender la necesidad de que la Educación Ambiental debe estar presente en toda la Enseñanza Obligatoria con carácter interdisciplinar y transversal desde las primeras etapas de la educación.

- Advertir de la falta de formación de la mayoría de los maestros en este campo dado que, en gran medida, aún no forma parte ni de los currículos formativos de los maestros ni de la formación permanente ofrecida por las Administraciones públicas o las entidades privadas que ofrecen cursos y seminarios al menos en cantidad suficiente.

- Aprender a buscar información en libros, revistas, periódicos, otros tipos de publicaciones y en la red sobre temas medioambientales en general y relacionados con la Educación en particular.

- Darse cuenta de la gran información que sobre Educación Ambiental y Sostenibilidad se puede hoy encontrar fácilmente en la red, pero que por su gran dispersión y escasa sistematización, es necesario realizar un análisis crítico y una reflexión profunda a la hora de seleccionar esa información y esos recursos que la web pone a nuestra disposición a tan sólo un click desde el ordenador, para diseñar unidades didácticas, actividades, seleccionar vídeos, juegos interactivos etc., adecuados para Educación Infantil o Primaria en sus diferentes ciclos.

- Comprender la importancia de que lo que los niños aprenda e interioricen sobre cuidado del medio ambiente y la implementación de comportamientos respetuosos con el entorno tales como el reciclaje (Regla de las tre “R”, ahorro de energía y agua, respeto por las plantas y los ani-

males, etc.) pueda ser trasladado al entorno familiar y sirva de detonante para que las familias poco a poco desarrollen esos comportamientos en caso de que no lo hicieran previamente

- Aprender a reflexionar y trabajar para realizar diseños de propuestas educativas de innovación docente o de pequeñas investigaciones que vayan más allá de la mera elaboración de Unidades Didácticas de un tema concreto que es a lo que más están acostumbrados pues es lo que han aprendido y practicado a los largo de los 4 cursos de la carrera

- Considerar la enorme importancia de la colaboración e implicación de la familia tanto en el centro como con sus propios hijos, ya que eso favorecerá la consolidación de los valores trabajados en el aula y la necesidad de un trabajo colaborativo de todos los profesores del centro implicados en la idea de la sostenibilidad.

- Poner en práctica y aplicar las competencias generales y específicas asociadas a la titulación.

- Capacitar para la búsqueda, gestión, organización e interpretación de datos relevantes, normalmente de su área de estudio.

- Ayudarles a emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica, tecnológica o ética, y que facilite el desarrollo de un pensamiento y juicio crítico, lógico y creativo

Prospectiva

La intención del Departamento es seguir animando a los alumnos de cuarto curso de Magisterio a que realicen su TFG en la línea de la Educación Ambiental y la Sostenibilidad dado que consideramos que los temas medioambientales van a tener cada vez más importancia en la formación de las futuras generaciones. En tal sentido, siendo la preservación del medio ambiente un aspecto que se ha ido detectando como prioritario en nuestra sociedad actual, por la destrucción sostenida que se ha hecho del hábitat es indispensable la formación inicial con base en la ecología que, junto con favorecer un mejor conocimiento de ese medio, propicie y cree una actitud de respeto y cuidado del entorno. Y nada mejor para lograrlo, dada la ausencia en el currículo de materias que aborden directamente el tema, aunque haya asignaturas y profesores que lo toquen tangencialmente, que realizar un proyecto de innovación y/o investigación educativa al final de su etapa de formación. Proyecto que, atendiendo a las competencias y objetivos de la titulación, se centre en la Educación Ambiental y la Sostenibilidad. Como también se ha indicado en las conclusiones, muchas de esas competencias tienen que ponerse en práctica para llevar a buen término el trabajo. Pensamos por ello, que el tema es uno de los más completos por su carácter interdisciplinar y transversal para desarrollar dichos objetivos y competencias y puede contribuir en el futuro, debido a que los futuros maestro podrán desarrollar en sus alumnos determinadas actitudes de responsabilidad y concienciación hacia el Medio Ambiente que, a su vez, son susceptibles de extenderse a las familias de esos alumnos. por lo tanto, estos trabajos pueden puede tener una gran proyección social más allá del ámbito estrictamente académico para el que están concebidos.

Referencias bibliográficas

Jensen, B. B.y Schnack, K. (eds.) (1994) Action and Action Competence as Key Concepts in Critical Pedagogy. Studies in Educational Theory and Curriculum, vol. 12. Copenhagen: Royal Danish School of Educational Studies.

Fernández, M. J. (2003). Formación del Profesorado en Educación Ambiental: un estudio experimental. Salamanca: Publicaciones Universidad Pontificia de Salamanca.

Sáez_Martínez, FJ.; Banacloches, S.P.; Rabadán, A. (2011). *Experiencias Docentes en Educación Superior enmateria de Energía y Medio Ambiente*. Ediciones de la Universidad de Castillaa-La Mancha.

Vilches, A. Gil-Pérez, D. Toscano, J.C. y Macías, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. CTS, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 11*, 4, 139-172.

Vilches, A. (2010). Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, *71*, 5-15.

¿Qué preguntas plantean los futuros maestros de Educación Infantil al diseñar indagaciones científicas escolares sobre "materia y energía"?

Marta Cruz-Guzmán, Antonio García-Carmona y Ana María Criado

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

mcruzguzman@us.es

Resumen

Se presentan los resultados de un análisis descriptivo de los tipos de preguntas que formulan futuros maestros al diseñar actividades experimentales indagadoras sobre "Materia y energía". Los resultados revelan la importancia que los futuros maestros dan a los cambios de estado del agua, así como a la reducción de residuos, reutilización y reciclaje de materiales (las 3R). Se aprecia que las preguntas de mayor calidad indagadora se relacionan con los cambios de estado del agua; mientras que presentan dificultades para hacer lo propio con temas relacionados con las 3R. Se concluye con algunas sugerencias para la mejora de la formación de los futuros docentes en la enseñanza/aprendizaje de la ciencia por indagación.

Palabras clave: Actividad experimental; educación científica básica; formulación de preguntas investigables, formación inicial de maestros; indagación científica

Introducción

El aprendizaje de la ciencia basado en la indagación es uno de los enfoques con más aceptación dentro de la comunidad internacional de enseñanza de la ciencia (Harlen, 2013); sobre todo para aprender ciencia haciendo ciencia (Hodson, 2014). Un modo de materializar este enfoque didáctico en el aula es a través de actividades experimentales (AEx) de carácter investigativo (Criado y García-Carmona, 2011; García-Carmona, Criado y Cruz-Guzmán, 2018). Para que las AEx tengan presencia en las clases de ciencia de los niveles educativos básicos, es necesario emprender proyectos que inicien a los futuros maestros en el modelo de aprendizaje de la ciencia por indagación (García-Carmona, Criado y Cruz-Guzmán, 2017); lo cual requiere, entre otros aspectos, empezar por que estos aprendan a plantear buenas preguntas para desarrollar una AEx indagadoras en el aula (Biggers, 2017).

En efecto, aprender a formular buenas preguntas para una indagación científica tendría que ser un objetivo prioritario en la formación inicial de maestros en la enseñanza de la ciencia (Martí, 2012). Las buenas preguntas son aquellas que están adecuadamente formuladas, contextualizadas y se plantean en el momento adecuado del proceso de aprendizaje; además, han de ser significativas y accesibles para el alumnado al que van dirigidas. Merino y Herrero (2007) reclaman, al respecto, incluir más ejemplos de propuestas de indagaciones científicas abiertas en la formación del profesorado. Posiblemente, el profesorado no se decida a innovar en esta línea por la escasez de propuestas realistas, que sean alternativas sólidas a la tradicional práctica de laboratorio planificada a modo de "receta de cocina" (McLaughlin y MacFadden, 2014).

Es importante el contacto directo con los fenómenos en Educación Infantil, con el fin de buscar la activación del pensamiento, como la modelización, utilización de conocimiento científico, o el uso de evidencias (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016). Cantó, Pro y Solbes (2016) hacen una recopilación de los contenidos más importantes en Educación Infantil, y destacan los relacionados con la materia y con la naturaleza y el medioambiente; si bien, reconocen que en esta etapa educativa debe tener mayor importancia la adquisición de habilidades propias del trabajo científico, como la formulación de hipótesis o la comprobación experimental. Para ello, el docente tiene que saber realizar preguntas que propicien una indagación sobre los distintos tópicos curriculares.

De acuerdo con todo ello, esta comunicación plantea el siguiente problema de investigación: tras una instrucción explícita sobre las preguntas que inician una AEx de carácter indagador, ¿cómo influye el tipo de contenido en la calidad de las preguntas que se plantean para hacer una indagación científica escolar?

Metodología

Participantes

El estudio se llevó a cabo durante un curso académico en una asignatura optativa denominada "Taller de Exploración del Entorno", correspondiente al último curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla. El estudio se hizo en condiciones habituales de clase con 67 estudiantes de maestro de la Universidad de Sevilla, a los que impartió docencia la primera autora. Se trató, pues, de una muestra de participantes seleccionada por su accesibilidad en el momento del estudio, es decir, elegida por conveniencia. Los futuros docentes trabajaron en grupos de 2 o 3 miembros, conformándose así 24 grupos de trabajo.

Intervención docente

Se planificó una instrucción explícita sobre la formulación de preguntas para el aprendizaje de la ciencia basado en la indagación. Los futuros docentes seleccionaron los contenidos mínimos que consideraron necesarios para aprender ciencia en Educación Infantil, conforme a lo establecido en las prescripciones curriculares oficiales para la etapa (BOJA, 2008), si bien utilizaron como bloques temáticos los referidos en el currículo de Educación Primaria para el área de Ciencias de la Naturaleza en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA, 2015). Estos son: El ser humano y la salud; Los seres vivos; Materia y energía; La tecnología; Objetos y máquinas; y El mundo en que vivimos. Se acudió a estos bloques para mejorar la comprensión del currículo infantil, ya que en la normativa citada, los contenidos se mezclan con principios metodológicos, lo que obstaculiza al futuro profesorado la selección de los contenidos mínimos para la etapa infantil.

Por último, se llegó a un consenso en clase sobre qué dos tópicos de cada bloque se trabajaría. Por razones de extensión, en esta comunicación se presentan los resultados referidos al bloque de materia y energía. Cada grupo debía diseñar una pregunta investigable para que un supuesto alumnado de Educación Infantil (3-6 años) desencadenase una AEx sobre cada tópico seleccionado, por lo que en total se obtuvieron 48 cuestiones formuladas para este bloque.

Las preguntas siguen un proceso de coevaluación en el aula, teniendo en cuenta los criterios tratados previamente en clase sobre los requisitos necesarios para formular preguntas científicas investigables, es decir, cuestiones que relacionen variables, que sean experimentables en Educación Infantil, que sean comprensibles y que versen sobre el contenido curricular que se demanda.

Análisis de datos

Las preguntas que finalmente se entregan, son categorizadas en distintos niveles de formulación, siguiendo los criterios ya validados por Cruz-Guzmán, García-Carmona y Criado (2017). Al

tratarse del nivel educativo de Educación Infantil, en las preguntas se tienen en cuenta sólo dos variables y se pregunta sobre fenómenos específicos. Los criterios son, en orden creciente, los siguientes:

- Nivel inicial NI: aquellas preguntas que no son investigables por no relacionar variables;
- Nivel I1: Relacionan variables, pero no hay control de variables y/o las actividades que plantean no son experimentables;
- Nivel I2.1: Relacionan variables, pero hay fallos en la formulación de la variable independiente y/o dependiente, o los contenidos de ciencia que enseñan no son correctos o no enseñan ciencia;
- Nivel I2: Preguntas que relacionan variables y están bien formuladas.

Con el fin de clasificar las preguntas de los futuros maestros en los niveles, se empleó un método de análisis combinando procesos intra- e inter-observadores. Así, una de las investigadoras hizo una clasificación preliminar de las preguntas. A continuación, esta clasificación fue sometida a escrutinio por los otros dos investigadores, a fin de determinar coincidencias y discrepancias. El grado de coincidencia fue mayoritario (superior al 90%); y los pocos casos de discrepancias fueron sometidos a una nueva discusión hasta alcanzar un acuerdo por mayoría sobre su clasificación.

Asimismo, con el propósito de contribuir a la objetividad del análisis, se recurrió al uso de descriptores de baja inferencia. Esto se concreta en la inclusión de ejemplos de las preguntas textuales de los estudiantes de maestro, dentro del apartado de resultados, a fin de aportar evidencias sobre las categorizaciones realizadas.

Resultados y Discusión

Dentro del bloque de Materia y Energía, los futuros docentes consensuaron que los dos contenidos más importantes eran los cambios de estado del agua y la reducción de residuos, reutilización y reciclaje de materiales (tabla 1).

Tabla 1. Calidad de las preguntas formuladas para comenzar una AEx de carácter indagador sobre contenidos dentro del bloque de materia y energía.

	Cambios de estado	Las 3 R
NI	0	5
I1	1*	4
I2.1	4	2 (1+1*)
I2	19	13(12+1*)

*Los números con asterisco indican que la pregunta no versa sobre la temática requerida.

En la tabla 1 se observa que el mayor número de preguntas que relacionan variables y están bien formuladas (I2), se refieren a los cambios de estado (19/24 preguntas). Algunos ejemplos de estas preguntas:

> "¿Cómo comprobaríamos la influencia de la temperatura para que el agua dentro de un globo se congele?" | "¿Qué le pasaría al hielo si lo sumergimos en agua caliente o en agua fría?"

Frente a ellas, los estudiantes formulan solo 12/24 preguntas (también categorizadas como I2), que tratan sobre la reducción, reutilización y reciclaje de residuos. Los que siguen son algunos ejemplos de preguntas relativas a este tópico:

> "¿Cómo influye la basura que hay en el suelo del patio en la seguridad a la hora de jugar?" | "¿Cómo influye el tipo de material (pilas, cartón, vidrio), en la reutilización, la nueva vida que le podamos dar?"

En ocasiones, los futuros maestros diseñaron preguntas en las que relacionaban variables, pero contenían fallos en la formulación de la variable independiente y/o dependiente; o bien, los contenidos de ciencia escolar que se pretendían enseñar no eran correctos, o directamente no enseñaban ciencia (categoría I2.1). Esto volvió a ocurrir, tanto con los cambios de estado (4/24) como con la temática medioambiental (1/24):

> "¿Qué crees que le pasa a un litro de agua si lo calentamos en el fuego durante 30 minutos?" | "¿Qué le pasa al agua con el frío?" | "¿Qué le ocurrirá a una toallita si la dejamos sumergida en agua durante 7 días?"

Las preguntas de peor calidad (NI), en el sentido de que hacen difícil, o imposible, iniciar una indagación científica escolar, solo fueron detectadas en relación con el tópico de las 3R; un total de 5/24 preguntas. Algunas de estas preguntas fueron las siguientes:

> "Si cuidamos los juguetes de clase, los compañeros/as del curso que viene, ¿podrán utilizarlos de nuevo?" | "¿Qué pasaría si echamos papel en un contenedor de vidrio?"

En un nivel de formulación algo mayor al anterior (I1), los futuros maestros plantearon preguntas que relacionan variables, pero, o bien no hay control de variables o no es experimentable. Este tipo de cuestiones de baja calidad vuelve a darse con más frecuencia en las que tienen que ver con los contenidos relacionados con las 3R (4/24 preguntas). Ejemplos de estas:

> "¿Qué pensáis que ocurrirá si gastamos más agua de la que necesitamos?" | "¿Cómo afecta a la contaminación que tiremos un periódico al contenedor azul o al verde?; ¿Qué pasa cuando reciclamos papel usado?"

Conclusiones

Una de nuestras prioridades en la formación inicial de los futuros docentes de niveles elementales es que tengan en cuenta que deben priorizar aprendizajes procedimentales y actitudinales (Cantó, Pro y Solbes, 2016). En este sentido, las AEx que se propongan en Educación Infantil deberían enfocarse con un claro propósito de que los escolares aprendan a hacer ciencia. Creemos, no obstante, que estos aprendizajes procedimentales y actitudinales deben desarrollarse en diferentes contextos fenomenológicos por sus diferentes peculiaridades. De ahí nuestro interés por ver qué sucede cuando se pide a los futuros maestros que diseñen AEx (por tanto, que formulen preguntas indagadoras) para distintos temas del currículo de ciencia escolar.

Se han comparado las preguntas formuladas al diseñar una AEx de carácter indagador sobre dos contenidos relativos al bloque de materia y energía ("los cambios de estado" y "la reducción de residuos, reutilización y reciclaje de materiales"). Los resultados indican que los futuros docentes formulan las preguntas de mayor calidad indagadora cuando la temática a tratar ser refiera a los cambios de estado del agua. Esto es, para ellos parece más fácil relacionar variables en fenómenos que tienen que ver con el agua, y formularlas adecuadamente para iniciar una indagación escolar.

Surge, por tanto, una necesidad de que los futuros docentes experimenten, durante su formación inicial, con indagaciones científicas sobre temáticas tan importantes para la educación científica básica, como las relacionadas con el cuidado del medio ambiente. Por ejemplo, preguntas del tipo "¿Cómo podríamos comprobar la biodegradabilidad de un objeto, según el material del que esté compuesto (papel, plástico, metal…)?", podrían ser idóneas para tal propósito.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D EDU2017-82505-P, financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (Gobierno de España).

Bibliografía

Biggers, M. (2017). Questioning questions: Elementary teacher´s adaptations of investigation questions across the inquiry continuum. *Research in Science Education*, 1-28. doi: 10.1007/s11165-016-9556-4

BOJA [Boletín Oficial de la Junta de Andalucía] (2008). Orden de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Infantil en Andalucía.

BOJA [Boletín Oficial de la Junta de Andalucía] (2015). Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la educación Primaria en Andalucía.

Cantó, J., De Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *34*(3), 25-50.

Criado, A. M. y García-Carmona, A. (2011). Las experiencias prácticas para el Conocimiento del Medio (Natural y Tecnológico) en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela, 74*, 73-88.

Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2017). An analysis of the questions proposed by elementary pre-service teachers when designing experimental activities as inquiry. *International Journal of Science Education, 39*(13), 1755-1774.

García-Carmona, A., Criado, A. y Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary Pre-Service Teachers' Skills in Planning a Guided Scientific Inquiry. *Research in Science Education*, 47(5), 989-1010.

García-Carmona, A., Criado, A. y Cruz-Guzmán, M. (2018). Prospective Primary Teachers' Prior Experiences, Conceptions, and Pedagogical Valuations of Experimental Activities in Science Education. International *Journal of Science and Mathematics Education, 16*(2), 237–253.

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: IAP.

Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education, 36*(15), 2534-2553.

Martí, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.

McLaughlin, C. A. y MacFadden, B. J. (2014). At the elbows of scientists: shaping science teachers' conceptions and enactment of inquiry-based instruction. *Research in Science Education*, *44*(6), 927-947.

Merino, J. M. y Herrero F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *6*(3), 630-648.

Monteira, S.F y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2016). The practice of using evidence in Kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching, 53*(8), 1232-1258.

Evolución de las actividades científicas prácticas propuestas por los futuros maestros de Educación Infantil

Elena Bravo Lucas, Emilio Costillo Borrego y José Luis Bravo Galán

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura

ebravolu@alumnos.unex.es

Resumen:

En esta investigación se pretende analizar las actividades científicas prácticas que los futuros maestros y maestras de Educación Infantil proponen para el alumnado de dicha etapa. Nos hemos enfocado en registrar la evolución de las actividades que proponen antes y después de cursar la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil", por lo que la muestra utilizada fueron los docentes en formación del grado de Educación Infantil que estaban en el 3º curso de la Universidad de Extremadura. Para ello, hemos realizado un estudio transversal que se apoya en la investigación cualitativa y cuantitativa. Los resultados nos muestran que los futuros docentes han tenido una evolución con respecto al instrumento de evaluación que usarían, en las ventajas que encuentran a este tipo de actividades y en el tipo de actividades que proponen en el pretest y el postest.

Palabras clave: maestros en formación, Educación Infantil, actividades científicas prácticas.

Introducción

El presente estudio se centra en el análisis de las actividades científicas prácticas que propone el futuro maestro de Educación Infantil, comprobando si estas podrían evolucionar al tener una asignatura que trabaja estos aspectos, como es la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil", la cual se imparte en el tercer curso del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Extremadura.

Marco teórico

Muchas personas piensan que la enseñanza de las ciencias en una etapa tan temprana como es la Educación Infantil es demasiado difícil para los más pequeños, ya que implica tener un pensamiento más abstracto y formal (Chaille y Britain, 2003). Obviamente, los niños y las niñas no están suficientemente maduros para comprender contenidos científicos complejos, pero no por eso pueden aprender otros más simples o de una manera adaptada a su pensamiento (Eshach y Fried, 2005).

Torres-Porras, Alcántara, Arrebola, Rubio y Mora (2017) abogan por un acercamiento de los alumnos y alumnas de Educación Infantil a la naturaleza, debido a que actualmente tienen carencias en este sentido causadas por diversos factores propias de una sociedad cada vez más urbana, tal y como expone el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA 2011). Además, según Louv (2005) este distanciamiento del niño con la naturaleza podría hacer que se desencadenaran dolencias tales como el déficit de atención e hiperactividad o la depresión.

Sin embargo, si es tan importante el aprendizaje de las ciencias en Educación Infantil, ¿por qué hay tan pocas investigaciones sobre este tema? Almagro-Fernández, Jiménez-Tejada y Romero-López (2016) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de conocer las publicaciones que se han llevado a cabo respecto a las ciencias en Educación Infantil en España durante los últimos 10 años en una revista conocida por divulgar propuestas realizadas para el aula infantil: de los 634 artículos revisados, solo 38 eran de ciencias.

Las ciencias son una parte fundamental en la educación y el desarrollo de las personas. Por ello, las leyes apoyan su inclusión en las primeras etapas educativas. En la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2006), de una manera bastante amplia y general, podemos comprobar que se expone el siguiente objetivo general de etapa:

> b) Observar y explorar su entorno familiar, natural y social. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2006:17167)

Es cierto que existen bastantes experiencias publicadas que detallan como llevar las ciencias al aula de Educación Infantil, aunque hay que reconocer que es un número bastante inferior al de los enfocados a etapas superiores de Educación Primaria o Secundaria (Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016). Los rincones, los talleres, los proyectos o los centros de interés son algunas de las formas más utilizadas para acercar la ciencia a los más pequeños.

Objetivos

- Analizar las concepciones que poseen los futuros maestros de Educación Infantil sobre las actividades científicas prácticas.

- Observar su evolución con respecto a los contenidos, los objetivos y los elementos de la evolución de las actividades científicas prácticas antes de tener la asignatura «Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil» y después.

Metodología

Diseño

Para llevar a cabo nuestra investigación, hemos optado por utilizar una metodología mixta, ya que ha sido cualitativa en unas partes y cuantitativa en otras. Decidimos elegir un diseño pre-experimental sin un grupo control.

Muestra

Para realizar este trabajo de investigación hemos utilizado un muestreo de conveniencia. Los participantes han sido los 68 sujetos que cursan 3º del Grado de Educación Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura, ya que queríamos observar su evolución cuando cursaran la asignatura «Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil», que sólo se imparte en dicho curso.

Instrumento

Para cumplir los objetivos de esta investigación, se ha utilizado un cuestionario de elaboración propia. En él, se recogen preguntas abiertas donde los alumnos deben indicar que contenidos y objetivos propondrían para la realización de actividades científicas prácticas, cómo las evaluarían y qué ventajas y desventajas tienen. También deben proponer una actividad científica práctica que ellos llevarían a cabo como futuros profesores.

Este cuestionario fue validado por un comité de expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Extremadura y por profesores de Educación Infantil.

Análisis de datos

El cuestionario fue rellenado coincidiendo con el principio y el final del segundo cuatrimestre del curso 2016/2017 y antes de entregarles el cuestionario se les explicó a los alumnos el carácter voluntario y anónimo de esta investigación, así como el motivo de la realización de este cuestionario.

Para estudiar las diferencias entre las diferentes categorías, realizamos la prueba Chi Cuadrado. Algunas de ellas tuvieron que agruparse ya que las frecuencias esperadas de la tabla de contingencia nos darían un valor menor al 5%. Para el análisis de los datos cualitativos se ha utilizado la webQDA, un software online que permite el uso de datos cualitativos y su posterior análisis. Se volcaron los datos cualitativos de los cuestionarios y se fueron categorizando las respuestas.

Resultados

Contenidos

Los participantes en el pretest dan mayor protagonismo a los contenidos basados en los seres vivos (44%), especialmente a las plantas, así como trabajar los contenidos relativos a los espacios naturales (12%) y al entorno próximo del alumnado (9%).

En el postest los contenidos relacionados con los seres vivos mantienen una tendencia similar (55%), siendo estos los elegidos por la mayoría. Observamos que se tienen en cuenta contenidos adicionales relacionados con el universo (5%) y los estados de agregación (4%).

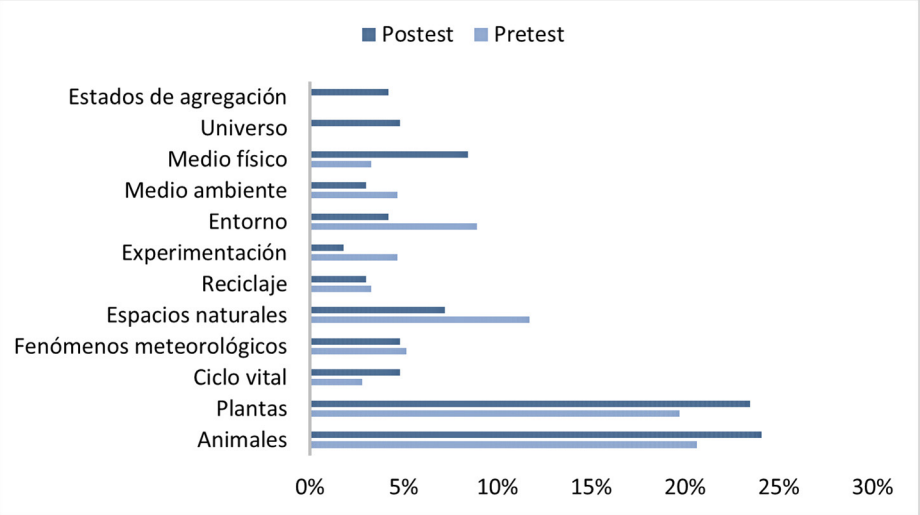


Figura 1. Comparación entre los contenidos propuestos por los futuros docentes de Educación Infantil a las actividades científicas prácticas en el pretest y el postest

Objetivos

En el pretest, apreciamos que la mayoría de objetivos formulados por los participantes de esta investigación fueron conceptuales (45%) frente a los procedimentales (25%) y los actitudinales (30%). En el postest nos encontramos con un mayor equilibrio entre los objetivos conceptuales (40%), procedimentales (26%) y actitudinales (35%), pero sin tener diferencias estadísticamente significativas (Chi-cuadrado=0,946, g.l.= 2, $p < 0,05 = 5,991$).

Evaluación

En el pretest, nuestros participantes se han decantado mayormente por realizar la evaluación al alumnado (70%), aunque algunos se evaluarían como tutores también (22%). Como instrumento

de evaluación, prefieren usar un diario de observación (60%) frente a actividades finales (20%), preguntas (15%) o ítems de evaluación (5%). Además, la mayoría de los futuros docentes no le prestan demasiada atención al momento de la evaluación.

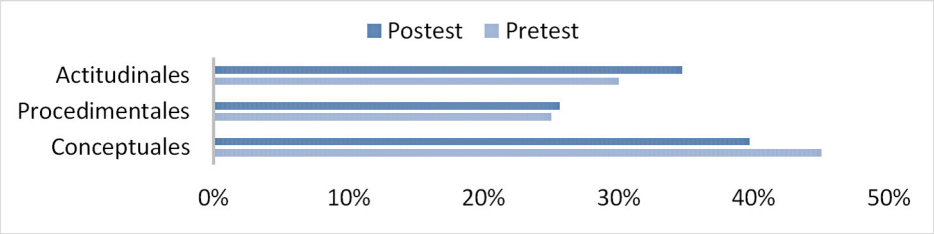


Figura 2. Comparación entre los tipos de objetivos formulados por los futuros docentes de Educación Infantil a las actividades científicas prácticas en el pretest y el postest

En el postest los resultados son muy similares, aunque se muestra un ascenso en los sujetos que usarían los ítems (28%) y las preguntas (10%) y actividades finales (10%) frente al diario de observación (52%) como herramienta de evaluación. Existen diferencias significativas entre los tipos de instrumentos utilizados por los participantes en el pretest y en el postest (Chi-cuadrado=18,827, g.l.= 3, P < 0,05 = 7,815) pero no entre los demás elementos de la evaluación.

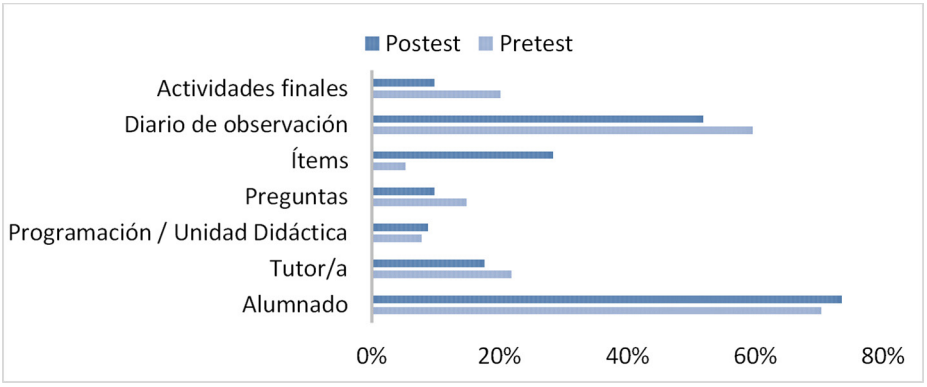


Figura 3. Comparación entre los diferentes aspectos atendidos por los futuros maestros de Educación Infantil con respecto a la evaluación de las actividades científicas prácticas en el pretest y el postest

Discusión

Después de analizar los resultados, comprobamos que los contenidos que proponen más frecuentemente son los relacionados con los seres vivos y después las que tienen que ver con las salidas al medio natural. Estos resultados en parte estarían relacionados con las actividades desarrolladas en la asignatura, donde las salidas al medio natural se trabajan con actividades didácticas para llevar al aula. Autores como Morentin (2016) y Costillo, Borrachero, Cubero y Núñez (2013) también concluyen que los futuros maestros manifiestan interés hacia la realización de salidas didácticas como un recurso a tener en cuenta en las diferentes etapas de Educación Infantil y Secundaria. En relación a la frecuencia de trabajos sobre seres vivos, probablemente además de las instrucciones en el aula también tenga influencia la naturaleza del tema como centro de interés para el niño.

Estos resultados no coinciden con los de Cantó y Solbes (2014), ya en su investigación los futuros maestros de esta etapa consideraron más importante aprender acerca de otros temas, como “el

cuerpo humano y la salud" o "la sostenibilidad", por lo que entendemos que trabajarían esos contenidos con los más pequeños.

Con respecto a los objetivos que formularon los participantes de nuestra investigación, observamos que la mayoría optó por formular objetivos conceptuales y actitudinales, tanto en el pretest como en el postest, aun tratándose de objetivos dirigidos a actividades científicas prácticas. Nuestros resultados concuerdan parcialmente con los de García-Carmona, Criado y Cañal (2013), ya que en su estudio ellos proponen que se debe considerar prioritarios los objetivos que favorezcan el desarrollo de una alfabetización científica básica en la etapa de Educación Infantil mediante objetivos de conocimientos básicos (conceptuales) y de desarrollo de destrezas y habilidades (procedimentales).

Por último, y con respecto a la evaluación de las actividades científicas prácticas, vemos que tanto en el pretest como en el postest los futuros maestros enfocarían la evaluación a sus alumnos y muy pocos a los tutores o a la programación o unidad didáctica. Como instrumento, la gran mayoría usaría el diario de observación tanto en el pretest como en el postest, y en segundo lugar las actividades finales (en el pretest) o la rúbrica (en el postest), donde sí que hallamos diferencias significativas.

Estos resultados coinciden con las ideas de García-Carmona, Criado y Cañal (2013) quienes afirman que los diarios de clase son adecuados para la etapa y para la evaluación de actividades científicas, pero deben acompañarse de otras técnicas. Sin embargo, no concuerdan con los resultados de López-Lozano y Solís (2016), donde maestros en formación propusieron más frecuentemente como instrumento para evaluar el examen y las actividades por encima de la observación o del diario de clase.

Conclusiones

Observamos que las concepciones de los futuros maestros de Educación Infantil evolucionan en los instrumentos de evaluación utilizados en las actividades científicas prácticas de forma estadísticamente significativa tras cursar la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil". Sin embargo, en los demás elementos no muestran una evolución estadísticamente significativa.

Bibliografía

Almagro-Fernández, M., Jiménez-Tejada, M. P., y Romero-López, M. C. (2016). Aproximación a las ciencias en Educación Infantil a través de la revista "Infancia. Educar de 0 a 6 años". En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.437-443). Badajoz: UEX-APICE.

Cantó, J., y Solbes, J. (2014). ¿Qué les interesa a los futuros maestros de infantil de la Ciencia?. *Actas XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 852-857.

Chaille, C., y Britain, L. (2003). *The young child as scientist: A constructivist approach to early childhood science education.* New York: Allyn & Bacon.

Costillo, E., Borrachero, A. B., Cubero, J., y Nuñez, D. (2013). Conductas docentes de profesores de secundaria en formación en las salidas al medio natural frente a sus concepciones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 866-870.

Eshach, H., y Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology, 14*(3), 315-336.

García-Carmona, A., Criado, A. M., y Cañal, P. (2013). ¿Qué educación científica sugiere el currículo oficial de Andalucía para la etapa de infantil? *Investigación en la Escuela, 79*, 87-103.

Gómez-Motilla, C., y Ruiz-Gallardo, J.-R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 13*(3), 643-666.

López-Lozano, L., y Solís, E. (2016). Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 279-286). Badajoz: UEX-APICE. ISBN: 978-84-617-4059-8.

Louv, R. (2005). *The last child in the Woods.* London: Algonquin Books.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº 106, de 04/05/2006. Madrid.

Morentin, M. (2016). Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1159-1166). Badajoz: UEX-APICE. ISBN: 978-84-617-4059-8.

Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J., y Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(1), 258–270.

UNFPA. (2011). *Estado de la población mundial 2011.* Obtenido de División de Información y Relaciones: https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/SP-SWOP2011_Final.pdf

Aprendizaje del uso de las TICs durante la formación del profesorado de Educación Infantil

J. Beatriz Cara Torres, Anabella Garzón Fernández, Enrique López Carrique, Fuensanta Coves Botella

Dpto. de Educación. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería

bcara@ual.es

Resumen:

Las diferentes herramientas didácticas englobadas dentro las TICs (vídeos, actividades, juegos digitales, videoconferencias, etc…), resultan de gran interés en la Didáctica de las Ciencias Experimentales especialmente por dos motivos. El primero es que han demostrado ser altamente motivadoras para el alumnado y el segundo es que permiten llevar al aula prácticamente todo aquello que nos rodea sin necesidad de desplazarse físicamente. Este último aspecto es de especial relevancia en la etapa de Educación Infantil. En el presente trabajo se ha analizado mediante un cuestionario el nivel de desarrollo de la competencia "habilidades en el uso de las TICs" en los estudiantes de Educación Infantil. Nuestros resultados indican que dicha competencia es parcialmente adquirida por el alumnado, pero no a través de los planes de estudios del grado sino en su vida cotidiana.

Palabras clave: TICs; Educación Infantil; Formación del profesorado; Didáctica de las Ciencias Experimentales

Introducción

Por todos es conocido la gran avidez, curiosidad y entusiasmo que despiertan en los niños y niñas las diferentes herramientas informáticas y tecnológicas tales como móviles, tablets o pantallas digitales. Esta reacción es especialmente llamativa en la etapa infantil. Dada su corta edad y la sofisticación de dichas herramientas resulta sorprendente la facilidad con que se adaptan a ellas y aprenden a usarlas. Esta imagen es hoy día cotidiana en nuestro entorno y contrasta enormemente con la escasez de su uso para fines didácticos por parte del profesorado de educación infantil. El aprendizaje significativo en infantil se realiza fundamentalmente mediante vivencias, juegos y experiencias manipulativas donde el alumnado descubre por sí mismo los nuevos conceptos. Pero además resulta imprescindible la motivación y la diversión, dos aspectos destacables de las TICs.

En el caso concreto de la enseñanza de las ciencias, ya se han propuesto algunos ejemplos que van incluso más allá del simple uso de la pizarra digital. Así, Torralba-Burrial y Herrero Vázquez (2016) proponen por ejemplo que "el futuro profesor de Educación Primaria o Infantil podría planificar una salida de campo con Naturapps y, al realizarla previamente a la visita con su alumnado, identificar y aprender sobre aquellas especies de árboles (Arbolapp), aves (Aves de España), hongos (Fungipedia) o tipos de minerales (Mundomineral) presentes en la zona y que todavía no conozca. En el caso de encontrar organismos que no reconozca, podría sacar una fotografía y subirla a la plataforma de Biodiversidad Virtual mediante la aplicación BV móvil, donde especialistas la identificarían". Incluso también se han desarrollado ya entornos y herramientas tales como JClic (http://clic.xtec.cat/es/index.htm), que permiten al docente la creación de sus

propias aplicaciones didácticas multimedia y actividades interactivas para trabajar aspectos procedimentales y diversas áreas del currículum, desde educación infantil hasta secundaria.

Varios autores apuntan como posibles responsables de la escasez del uso de las TICs en las aulas a la baja formación del profesorado en su uso técnico y pedagógico (Tárraga-Mínguez, Sanz-Cervera, Pastor-Cerezuela y Fernández-Andrés (2017); Cózar Gutiérrez, Hernández Bravo, Hernández Bravo, Moya Martínez y Guerrero Sánchez (2014)). Mientras que las nuevas tecnologías avanzan a pasos agigantados y se encuentran disponibles tanto en los hogares de los alumnos como en muchos de sus centros educativos, las adaptaciones curriculares de los planes de estudios para formar adecuadamente al profesorado en las competencias del uso de las TICs parecen ir a un ritmo más lento.

En el presente trabajo hemos querido analizar el nivel de adquisición de la competencia "habilidades en el uso de las TICs" por parte del alumnado del grado de Educación Infantil, con el fin de conocer si existe la necesidad de una mejora curricular en los planes de estudios actuales. Adicionalmente mostramos cuales de las posibles herramientas TICs indican dichos alumnos que son las más conocidas por ellos.

Metodología

La metodología utilizada en el presente estudio fue la realización de un test (anexo 1, aún no validado) al alumnado del segundo curso del grado de Educación Infantil durante el segundo cuatrimestre del año 2017. El número total de alumnos encuestados fue de 81. Dicho cuestionario de 20 preguntas forma parte de la asignatura "Didáctica de las Ciencias Experimentales" y su finalidad es la de conocer cuestiones tales como sus ideas previas acerca de cómo enseñar ciencias, conocimientos básicos de ciencias, las emociones que les hacen sentir las ciencias o sus opiniones sobre competencias adquiridas a lo largo de su formación. El enunciado de las dos preguntas relacionadas directamente con los conocimientos sobre el uso de las TICs y analizadas en el presente trabajo fueron las siguientes:

> "Pregunta 17. ¿Qué conocimientos posees sobre las TICs?"
>
> "Pregunta 20. De las competencias generales siguientes, indica cuales has podido alcanzar a lo largo de los estudios de Grado: ordénalas del 1 al 7 según grado de adquisición, siendo 1 la competencia más adquirida y 7 la menos adquirida.
> - Competencia social y ciudadanía global
> - Capacidad para resolver problemas
> - Habilidades en el uso de las TICs
> - Trabajo en grupo
> - Capacidad para trabajar de forma autónoma
> - Ampliación de conocimientos
> - Capacidad para emitir juicios"

Para el análisis de las respuestas a la pregunta 17 se llevaron a cabo dos anotaciones. Por un lado, si la respuesta indicaba que "SÍ" o que "NO" tenían conocimientos sobre TICs, independientemente del grado de conocimiento mencionado en el primer caso. Adicionalmente, para aquellos que así lo indicaron, se anotaron los recursos que entienden como TICs y se consideran con destrezas para su uso. En aquellos casos en que no se ha contestado a la pregunta (solo definen las TICs), la respuesta se consideró nula. Los resultados obtenidos se expresaron en porcentajes respecto al total de alumnos, tal y como ilustra la Figura 1.

El análisis de los datos obtenidos en la segunda pregunta se basó en contabilizar la propia puntuación que el alumnado adjudicó a la competencia "Habilidades en el uso de las TICs".

Nuevamente, los resultados obtenidos se expresaron en porcentaje respecto al total de individuos encuestados como muestra la Figura 2.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos tras analizar la pregunta 17 se ilustran en la Figura 1. Como se puede apreciar, la mayoría del alumnado (63%) indicó que sí tenían conocimientos sobre el uso de las TICs frente a un 23% que rotundamente revelaron no saber manejar dichas tecnologías. Dentro del alumnado del SÍ, la mayoría de las respuestas mencionaban literalmente "un conocimiento básico", mientras que sólo unos pocos afirmaban considerarse con amplia destreza. Dentro de las posibles herramientas TICs conocidas por ellos, el "uso del ordenador" fue la respuesta mayoritaria seguida por "PowerPoint", "Word" y "Pizarra digital".

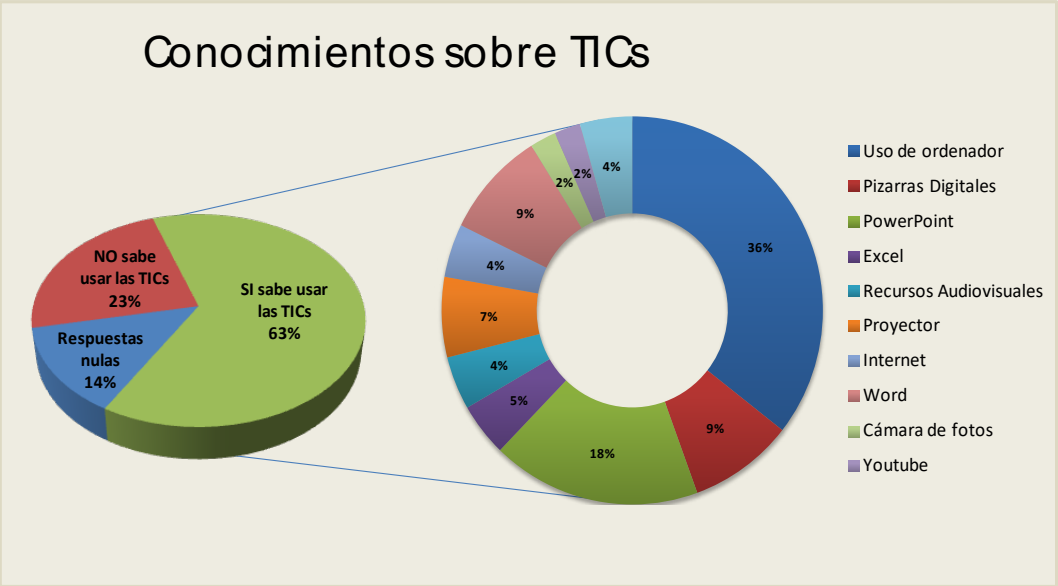


Figura 1. Resultados obtenidos en la pregunta 17 "¿qué conocimientos posees sobre TICs?"

A la vista de estos datos, resulta tentador pensar que la competencia de "habilidades en el uso de las TICs" está bastante trabajada y conseguida en los planes de estudios de educación infantil. Sin embargo, cuando se analizan las respuestas de la pregunta 20 relacionada con las competencias adquiridas durante el grado (Fig 2), los resultados no dejan lugar a dudas. Un 47% de los alumnos posicionaron esta competencia en último lugar (valor 7). Y si consideramos en conjunto los que les dieron un valor medio de adquisición (valor 4 y 5: 14 y 14%), junto con los que les dieron un nivel de adquisición bajo (valor 6: 14%) o muy bajo (valor 7: 47%), la suma asciende a un total de 88%. Estos resultados reflejan claramente que la competencia de "habilidades en el uso de las TICs" es escasamente trabajada en las asignaturas del grado.

La explicación a esta aparente contradicción en los resultados encontrados consiste en que dicha competencia es adquirida por los estudiantes debido a que las TICs son ampliamente utilizadas hoy día en la sociedad para múltiples aplicaciones. Y es en su vida cotidiana donde fundamentalmente adquieren dichas destrezas. Esto les permite tener un dominio básico de algunas TICs. Sin embargo, tal y como mencionan Roblizo Colmenero, Sánchez Pérez y Cózar Gutiérrez (2016), "el conocimiento del uso de las TIC no se debe convertir en el fin, sino en un medio" que propicie una mejora en el aprendizaje de los contenidos por parte de los niños. El hecho de saber utilizar las herramientas TIC mencionadas por los alumnos en nuestro test, no implica que sepan usarlas adecuadamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esto sólo tendrá lugar

Figura 2. Resultados obtenidos en la pregunta 20 sobre el nivel de adquisición de la competencia del uso de las TICs en el grado de Educación Infantil. Los valores del 1 al 7 corresponden a la puntuación indicada por los alumnos siendo 1 el mayor nivel de adquisición y 7 el menor

si se lleva a cabo una aplicación adecuada de las TIC en el aula, "pasando de su función como TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) a TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) y a TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación) (Cabero, 2014)".

Algunas de las herramientas TIC que han mencionado tales como "Word" o "PowerPoint" son utilizadas por ellos desde una perspectiva de estudiante, para la entrega de trabajos y presentaciones a lo largo de su vida académica. Pero el enfoque de la "habilidad en el uso de las TICs" que debe trabajarse en la formación de futuros docentes es aquel que les permita innovar y "crear recursos didácticos novedosos y motivadores, materializados en diferentes estrategias y metodologías para aplicarlas con éxito en nuestras aulas" (Cózar Gutiérrez, Hernández Bravo, Hernández Bravo, De Moya Martínez y Guerrero Sánchez (2014)). Para ello, debe incluirse una formación específica en los planes de estudios que les permita alcanzar todas las competencias mencionadas por la Red Universitaria de Tecnología Educativa (2008): a) Competencias instrumentales informáticas; b) Competencias para el uso didáctico de la tecnología; c) Competencias para la docencia virtual; d) Competencias socioculturales y e) Competencias comunicacionales a través de las TIC.

Los datos aquí presentados son el resultado de un primer estudio que arroja información relevante. Sin embargo, resultaría interesante realizar un test validado y más exhaustivo como el desarrollado en Fernández, Fernández y Cebreiro (2016) destinado a evaluar las competencias en TIC del profesorado en formación.

Conclusiones

Como resultado del presente estudio se puede concluir que el alumnado de Educación Infantil posee cierta cualificación en el uso de las TICs principalmente como consecuencia de que dicha tecnología se encuentra inmersa en muchos ámbitos de nuestra sociedad. También se les exige como estudiantes para la entrega de trabajos y presentaciones. Por otro lado, cerca del 50% de los alumnos posicionaron la adquisición de la competencia durante el grado en último lugar. En conjunto estos resultados indican la necesidad de desarrollar en mayor medida la competencia "habilidades en el uso de las TICs" en los planes de estudios. Especialmente desde una perspec-

tiva profesional, con fines de mejora didáctica, enfocados hacia el uso y desarrollo de herramientas digitales innovadoras en las aulas de educación infantil.

Referencias bibliográficas

Cabero, J. (2014). Nuevas miradas sobre las TIC aplicadas en la educación. *Andalucía Educativa, 81*.

Cózar Gutiérrez, R., Hernández Bravo, J.A., Hernández Bravo, J.R., De Moya Martínez, M.V. y Guerrero Sánchez, O. (2014). La integración de las TIC en el aula desde la formación del profesorado de Educación Infantil y Primaria. En *Investigación e Innovación en formación del profesorado.* Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. 423-432

Fernández, J.C., Fernández, M.C. y Cebreiro, B. 2016. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 48 Enero 2016. ISSN: 1133-8482.e-ISSN: 2171-7966. doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.09

Roblizo Colmenero, M., & Sánchez Pérez, M., y Cózar Gutiérrez, R. (2015). El reto de la competencia digital en los futuros docentes de infantil, primaria y secundaria: los estudiantes de grado y máster de educación ante las TIC. *Prisma Social, (15)*, 254-295.

Red Universitaria de Tecnología Educativa (RUTE) (2008): La formación para el desarrollo de las competencias de los futuros profesores para el uso pedagógico de las TIC . http://www.juntadeandalucia.es/averroes/mochiladigital/didactica/Declaracion_RUTE2008.pdf

Tárraga-Mínguez, R., Sanz-Cervera, P., Pastor-Cerezuela, G. y Fernández-Andrés, M.I. (2017). Análisis de la autoeficacia percibida en el uso de las TIC de futuros maestros y maestras de Educación Infantil y Educación Primaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 20* (3), 107-116. DOI: http://dx.doi.org/10.6018/reifop.20.3.263901

Torralba-Burrial, A. y Herrero Vázquez, M. (2016). El aprendizaje móvil (m-learning) aplicado a la Didáctica del Medio Natural en la formación inicial de Maestros en Educación Primaria y en Educación Infantil. Edunovatic2016. *Congreso Virtual Internacional de Educación, Innovación y TIC.* 502-507. REDINE.

Anexo I

Cuestionario ¿Qué sabemos sobre cómo enseñar ciencias en infantil?

1. ¿Qué emociones te hace sentir? Inseguridad, alegría, incertidumbre, miedo,….

2. ¿Qué sabéis sobre la ciencia? ¿Qué es la Ciencia? ¿Cómo se hace la ciencia?

3. ¿Crees que tienes unos conocimientos necesarios para enseñar contenidos de Ciencias Naturales?

4. ¿Qué sabéis sobre el conocimiento del medio natural y social?

5. ¿Qué temas de ciencias te gustan más? ¿Cuáles menos?

6. ¿Sobre qué temas de ciencias te gustaría profundizar?

7. ¿Qué sabemos sobre cómo enseñar Ciencias? ¿Es diferente en Infantil?

8. ¿Qué habéis aprendido sobre cómo enseñar contenidos del medio natural y conocimiento de sí mismo (contenidos de ciencias en infantil) durante el Prácticum de Infantil?

9. ¿Cómo se trabajan los contenidos de Ciencias en la etapa de Infantil?

10. ¿Qué habéis aprendido sobre cómo trabajar las ciencias en Infantil?

11. ¿Qué recursos se utilizan en el aula de Infantil para trabajar los contenidos de ciencias?

12. ¿Qué metodología se ha utilizado en el aula de infantil para trabajar los contenidos de ciencias?

13. ¿Qué contenidos de ciencias se han trabajado durante el primer trimestre?

14. ¿Qué recursos TICs se han utilizado en el aula?

15. ¿Se han realizado algunas experiencias de indagación o "experimentos" para aprender contenidos de ciencias? ¿Cómo se han trabajado?

16. ¿Se ha tenido en cuenta el entorno cercano para contextualizar el aprendizaje de los contenidos de infantil? Pon algún ejemplo.

17. ¿Qué conocimientos posees sobre TICs?

18. ¿Qué conocimientos, habilidades o actitudes crees que debe tener un buen profesor de infantil?

19. ¿Qué es para ti un buen profesor o profesora de infantil?

20. De las competencias generales siguientes, indica cuales has podido alcanzar a lo largo de los estudios de Grado: ordénalas según grado de adquisición del 1 al 7.

- Competencia social y ciudadanía global
- Capacidad para resolver problemas
- Habilidades en el uso de las TIC
- Trabajo en equipo
- Capacidad para trabajar de forma autónoma
- Ampliación de conocimientos
- Capacidad para emitir juicios

Red para la formación de profesorado: de la Universidad al aula de Infantil, y viceversa, a través de proyectos

Ana M. Abril y Matilde Peinado

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén

amabril@ujaen.es

Resumen:

El desarrollo profesional docente debe de ser una tarea continua, compartida, en contacto con el aula y en constante mejora. Pero la realidad muchas veces es otra: la falta de tiempo, de recursos o de apoyo institucional hacen que solamente el profesorado que invierte tiempo y esfuerzo personal sea el que opte por la formación. Es necesario crear redes de apoyo a la formación continua, que enriquezcan a sus integrantes. Aquí se muestran los primeros pasos de una red para el desarrollo de la profesión de maestro/a en Educación Infantil; en dicha red han participado especialistas de la Universidad, formadores de Centro de profesorado y profesorado en ejercicio y formación inicial. Esta primera actuación se centra en el desarrollo de un proyecto en aulas de 5 años trabajando contenidos y procedimientos de ciencias de la naturaleza.

Palabras clave: Red de profesorado; formación de profesorado; ABP; educación científica, educación infantil.

Introducción

Entendemos la formación permanente como el germen del cambio educativo, que evoluciona y se desarrolla mediante el trabajo en redes colaborativas y horizontales que deben de tener como objetivo el intercambio de conocimientos y experiencias, generando caminos desde la teoría a la realidad del aula y viceversa, favoreciendo la reflexión compartida, argumentada y justificada.

La formación de redes para el apoyo entre docentes no es nuevo; desde hace algunas décadas se habla de la necesidad de establecer mecanismos para formar comunidades de práctica (Wenger, 1998) o redes de profesorado, habiéndose publicado trabajos que se centran en determinar los criterios de calidad que estas redes han de tener para que consigan los objetivos propuestos (McDonald y Klein, 2003; Lieberman y Grolnick, 1996). Por otro lado, en McDonald y Klein (2003) ya se establecían objetivos a alcanzar por este tipo de redes, algunos de los cuales han sido tenidos en consideración en la red que se presenta en este trabajo: a) crear discurso y normas comunes para el desarrollo y mantenimiento de una comunidad de práctica con acuerdos sobre qué enseñar y cómo hacerlo, y b) mejorar los niveles de autoeficacia de los miembros de la red.

Hace algunas décadas la sociedad necesitaba ciudadanos que supieran replicar lo que algunos diseñaban o dirigían. Más recientemente se requerían conocimientos y habilidades concretas para realizar bien un determinado trabajo. Pero en la actualidad las necesidades sociales están enfocadas a otro tipo de estrategias tales como colaborar, indagar o recoger, analizar y sintetizar información. Estas acciones se pueden fomentar en la educación formal a través de intervenciones de aula centradas en el aprendizaje basado en proyectos (ABP). El ABP es una aproximación didáctica centrada en el estudiante y guiada por el/la docente, que habilita a los estudiantes para construir sus propias investigaciones, integrar la teoría y la práctica y aplicar su conocimiento

y habilidades en la resolución de problemas interdisciplinares definidos. El proyecto debe de tener algunas características esenciales: por un lado debe ofrecer a los estudiantes la posibilidad de aprender por ellos mismos; por otro lado, aunque la temática general sea propuesta por el profesorado, debe de existir libertad para que los estudiantes decidan el camino de sus propias investigaciones; además se deben de integrar diferentes disciplinas tales como las historia, la comunicación, la música, las ciencias experimentales, etc.; y, por último, se debe de favorecer la colaboración entre estudiantes (Savery, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se muestra cómo se ha llevado a cabo la creación de una red de profesorado de Educación Infantil cuyo objetivo principal es el desarrollo y la formación profesional (tanto de profesorado en activo como en formación inicial) alrededor de la metodología de ABP. Pero entendemos que cualquier cosa que no se pueda medir no se puede demostrar, por lo que los posibles beneficios generados por la red se pretenden cuantificar a través de un diseño experimental que permita triangular tanto aspectos cuantitativos como otros cualitativos (estudio de casos o grupos de discusión; Barbour, 2013). Todo ello está inserto en un proyecto de investigación educativa concedido por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

Por cuestiones de espacio, en la presente comunicación se mostrarán los siguientes aspectos:

- Estructura de la red.
- Primer proyecto para Educación Infantil surgido de la red: “Los castillos”.
- Contenidos y procesos de la ciencia trabajados en el proyecto.
- Resultados preliminares sobre la evolución del nivel de autoeficacia que para el ABP ha tenido el profesorado en formación inicial.

Estructura de la red

La red para la formación del profesorado que se ha creado está constituida por un grupo de docentes en ejercicio de Educación Infantil (de 3 a 6 años), Educación Primaria (de 6 a 12 años) y de Educación Secundaria (de 12 a 16 años), asesoras del Centro de Profesorado (CEP, Centro que dirige la formación continua del profesorado en ejercicio) de Jaén, y profesorado universitario especialistas en Didáctica de las Ciencias (Sociales, Experimentales y Matemáticas), Robótica, Filología Española, Entornos Estéticos y TIC.

Esta red, debido a su complejidad, desarrolla proyectos por grupos de trabajo que dependiendo de su naturaleza incluyen a unos u otros miembros de la red. El proyecto que se presenta a continuación está centrado en Educación Infantil y el personal que participa a modo de equipo de trabajo se muestra en la Figura 1.

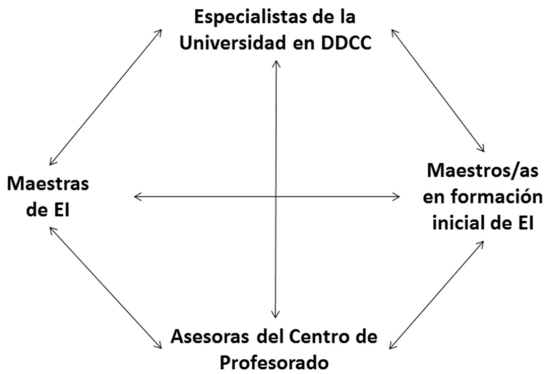


Figura 1. Estructura del grupo de trabajo inserto en la red que ha trabajado en el proyecto “Los Castillos”. EI, Educación Infantil. DDCC, Didáctica de las Ciencias

El proyecto "Los castillos"

Descripción general

El hilo conductor del proyecto es el estudio de los castillos en la Edad Media, y los abordajes que han surgido en todos los grupos de niños/as son: estudio de planos, trabajo con teselas, relatos, juegos tradicionales, música medieval, cultura árabe y cristiana, comida árabe, ciencia en la Edad Media (aceites esenciales y pigmentos naturales). En cada centro educativo los proyectos han sufrido ligeras modificaciones como consecuencias de las necesidades de aprendizaje que manifestaron los diferentes grupos de alumnos/as, aunque el contenido científico y los procesos de la ciencia han estado presentes en todos ellos.

El desarrollo del proyecto ha tenido tres etapas: en la primera etapa las docentes en ejercicio sirven como puente de conexión entre escuela y universidad, informando semanalmente de los diferentes planteamientos y motivaciones que iban surgiendo en el aula. Esta retroalimentación semanal permitió al profesorado en formación inicial evidenciar cómo el ABP puede hacerse realidad en la escuela. En la segunda fase interviene en las aulas de infantil el profesorado en formación llevando a las aulas talleres y escenificaciones propias de cada uno de los centros de interés generados en cada aula. Los talleres sobre conocimiento científico y naturaleza de la ciencia se centraron en algunos procesos científicos con la botánica como contenido científico: observación y clasificación de plantas aromáticas, elaboración de aceites esenciales y elaboración de tintes naturales. En la tercera y última etapa se realizó una actividad final conjunta en la que participó todo el alumnado de Educación Infantil, el profesorado en formación inicial, parte del profesorado en ejercicio y algunas especialistas del ámbito de la universidad: repoblación del castillo de Jaén mediante la presencia en él de talleres; los talleres centrados en conocimiento científico fueron los siguientes: masajes con aceites esenciales y pintura con tintes naturales (aceites y tintes elaborados anteriormente en las aulas).

Contenidos y procesos de la ciencia trabajados en el proyecto

Algunos autores llaman a los niños y niñas "*natural scientists*"; su curiosidad natural les impulsa a conocer el mundo que les rodea, y acercarse a la ciencia es una forma de animarles a descubrir su entorno y a refinar el conocimiento que tienen sobre el mismo. Este acercamiento a la ciencia les permite, entre otras cosas, enriquecer el vocabulario y colaborar entre iguales (Worth, 2010). Muchos docentes incluyen las ciencias en sus clases de forma transmisiva o excesivamente cerrada de manera que no se permite a los estudiantes construir conocimiento adecuado ni de los conceptos científicos ni de la naturaleza misma de la ciencia. El aprendizaje de las ciencias implica además del componente conceptual, los componentes procedimentales y actitudinales; los/as niños/as necesitan practicar procesos científicos en un entorno que promueva procesos científicos tales como predecir, observar, clasificar, elaborar hipótesis, experimentar o comunicar. Al igual que los/as científicos/as, los niños y niñas necesitan oportunidades para reflexionar sus preguntas de investigación, diseñar sus experimentos o comparar sus resultados con las hipótesis planteadas, y hacerlo en un entorno motivador y que no merme su curiosidad innata o su capacidad de explorar es una gran oportunidad para ello (Conezio y French, 2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, en el conjunto del proyecto se trabajaron contenidos y procesos de la ciencia centrados en la extracción de aceites esenciales y elaboración de pigmentos naturales. En concreto han trabajado aspectos relacionados tanto con contenido científico como sobre procesos asociados al desarrollo de la ciencia, centrándose procesos propios de la construcción de conocimiento científico. Con respecto a contenidos científicos se ha trabajado la descripción de plantas: tipo de hojas (borde, limbo, nerviación, disposición de hojas en el tallo (alternas, opuestas), tipo de flores (simples, compuestas, labiadas) e identificación de algunas plantas (aromáticas y medicinales), procedimiento de extracción de aceites esenciales y de pigmentos naturales, estudio de las propiedades nutricionales y elaboración de alimentos típicos de la cultura

árabe en la Edad Media. Con respecto a procesos científicos se ha incidido en la propuesta de hipótesis, la observación sistemática, la clasificación, la recolección y presentación de datos en tablas de doble entrada, la extracción de conclusiones y la comunicación.

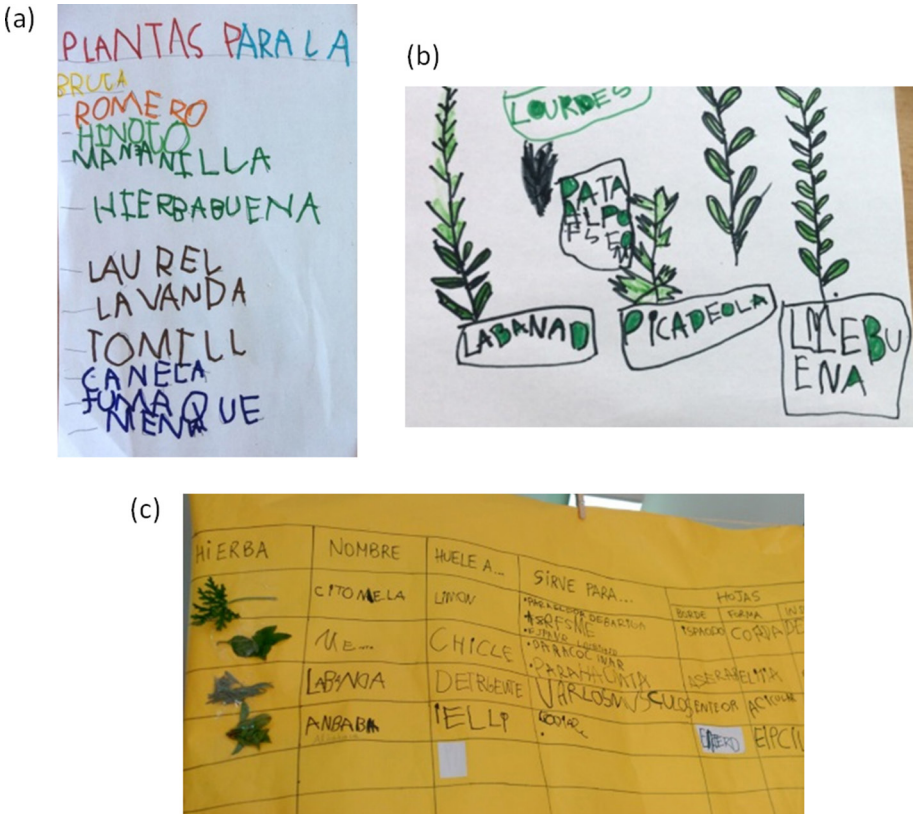


Imagen 1.- Productos del alumnado de Educación Infantil tras trabajar procesos científicos tales como búsqueda de información (a), observación (b), clasificación y presentación de resultados (c).

Resultados preliminares

En la actualidad se está iniciando el análisis de los resultados obtenidos tanto cuantitativa como cualitativamente. Con respecto al análisis cuantitativo, en esta primera intervención nos hemos centrado en conocer sobre la evolución del nivel de autoeficacia que para el ABP ha tenido el profesorado en formación inicial. El instrumento que se ha utilizado para tal fin se basa en el descrito en Engeln y Euler (2013) y adaptado para el análisis sobre ABP (ejemplos de algunos ítems se pueden ver en Anexo). En dicho instrumento se analizan por un lado las posibles dificultades que encontraría el profesorado en formación inicial en una futura implementación de ABP (relacionados con el sistema, el manejo de la clase, la falta de recursos, la formación del docente o el nivel de los estudiantes), la idea que tienen sobre ABP (orientación, motivación o posible aplicación) y por último se pregunta sobre el compromiso con la futura implementación del ABP en sus clases de educación infantil.

Resultados iniciales sugieren que los estudiantes que han participado activamente en esta red, así como en la implementación del proyecto, ven menos obstáculos en su implementación, sobre todo se da menos importancia a temas como el manejo en clase (disciplina de los estudiantes o evaluación) o a obstáculos relacionados con el sistema (reticencia de compañeros/as o el elevado número de estudiantes por aula). Pero donde las diferencias han sido mayores es en su visión del ABP; los estudiantes universitarios que han participado en los proyectos tienen una

mayor orientación hacia la práctica del ABP, están más motivados y creen que a través del ABP se pueden trabajar competencias asociadas a la resolución de problemas, aspectos que son menos valorados en estudiantes que no han participado activamente en la red.

El trabajo sigue en marcha, y tenemos un gran reto por delante, pero creemos que el establecimiento de este tipo de redes favorece por un lado la formación continua del profesorado, y por otro el acercamiento de entornos tan alejados tradicionalmente como son la universidad y las aulas de educación infantil.

Referencias

Barbour, R. (2013). Los grupos de discusión en evaluación cualitativa. Madrid: Morata.

Conezio, K. y French, L. (2002). Science in the preeschool classroom. *Young children*, *57*(5), 12-18.

Engeln, K., Euler, M. y Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM Mathematics Education*, *45*, 823-836.

McDonald, J. P. y Klein, E. J. (2003). Networking for Teacher Learning: Toward a Theory of Effective Design. *Teachers College Record*, *105*(8), 1606–1621.

Savery, J. R. (2015). Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. En *Essential readings in Problem-Based Learning* (Eds. A. Warker, H. Leary, C. E. Hmelo-Silver y P. A. Ermer). Parfue University Press. West Lafayette, Indiana.

Wenger, E. (1998). Communities of practice: Learning, meaning and identity. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Worth, K. (2013). Science in the early childhood classroom. En Learning from head start. A teacher's guide to school readiness (ed., S.W. Gilford). Rowman and Littlefield Education, New York.

Anexo

Algunos ejemplos de ítems del instrumento utilizado para conocer la evolución del nivel de autoeficacia que para el ABP ha tenido el profesorado en formación inicial. La persona encuestada debe de indicar hasta qué punto está de acuerdo con las siguientes afirmaciones (1 totalmente de acuerdo, 4 totalmente en desacuerdo).

En el futuro, podría encontrar ciertas dificultades para implementar un aprendizaje basado en la investigación (ABP), porque…

- no tendría tiempo suficiente para preparar actividades ABP
- no dispongo de los recursos adecuados
- me preocupa que la disciplina de los estudiantes pudiera verse afectada
- no me siento seguro/a

Por favor indique, en qué medida está de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- En el futuro, me gustaría implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en mis clases
- El ABP será importante para mi práctica docente
- No veo la necesidad de utilizar el ABP

El compromiso con el aprendizaje basado en problemas (ABP). Por favor, selecciona aquella opción (sólo una) que describa mejor tu situación en relación al IBL

- No conozco nada o muy poco sobre el ABP, y por tanto no lo usaré en mis clases.

Hasta ahora no he implementado un aprendizaje basado en la inestigación, pero estoy buscando y adquiriendo información sobre ello para aplicarlo en mis futuras clases.

Estoy preparado/a para empezar a implementar ABP en mis clases

Me siento suficientemente competente utilizando materiales ABP que no necesiten una adaptación previa.

Me sentiré cómodo/a utilizando ABP en mis clases. Los materiales que conozco son buenos y no tendré necesidad de adaptarlos para mis estudiantes.

Estoy comprometido/a con la implementación, y la reflexión sobre la aplicación y la eficacia del aprendizaje basado en proyectos. En mi centro o escuela, analizaré los nuevos avances en ABP, trabajo y formularé objetivos relacionados con esta metodología.

Aproximación del modelo mental al modelo conceptual sobre las salidas escolares en el profesorado en formación de Educación Infantil

Ainara Achurra y Maite Morentin

Departamento de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Facultad de Educación de Bilbao. Universidad del País Vasco UPV/EHU

ainara.achurra@ehu.eus

Resumen:

En Educación Infantil, las salidas del aula constituyen una actividad lúdica y de aprendizaje para el alumnado, donde el rol del profesorado es clave. En este estudio, evaluamos el conocimiento específico del profesorado en formación de Educación Infantil de la Universidad del País Vasco sobre las salidas del aula, y valoramos si las revisiones del modelo mental en cursos sucesivos aportan mejoras en la aproximación al modelo conceptual. Para ello, el alumnado responde a un cuestionario acerca de las salidas, con una parte cualitativa y otra cuantitativa. Los resultados revelan dificultades en la definición de objetivos didácticos y la planificación de actividades previas y posteriores, así como en la integración de los aspectos lúdicos con los de aprendizaje; además, también muestran la necesidad de revisar el modelo sobre las salidas repetidamente.

Palabras clave: visitas escolares; centros de ciencia; Educación Infantil; formación de profesorado

Introducción

Una sociedad moderna ha de ser necesariamente más democrática y más justa. Para su funcionamiento, sus ciudadanos han de tener una educación en Ciencias adecuada, es decir, una educación que conlleve no solo entender la ciencia que les rodea en su día a día, sino que también les permita intervenir en la toma de decisiones –basadas en argumentos– en contextos personales, locales y globales, en una sociedad cada día más tecnológica y en la que las Ciencias desempeñan un papel fundamental. En este sentido, el desarrollo de la competencia científica en los ciudadanos es crucial (Acevedo-Díaz, 2004). Y, para ello, es necesaria una evolución en las estrategias de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, en contextos formales e informales.

Las salidas escolares centradas en el aprendizaje pueden contribuir a ello, porque tienen la capacidad de surtir al escolar con un aprendizaje cognitivo, social y afectivo (Falk y Dierking, 2016). Estas salidas no han de ser meros escenarios de clase mejorados, ni comprobaciones de la teoría impartida en clase, sino que deben complementar el aprendizaje en el aula y proveer oportunidades para la exploración y la indagación (DeWitt y Storksdieck, 2008).

Existen numerosas evidencias que soportan el valor educativo de las salidas escolares (ver revisión en DeWitt y Storksdieck, 2008) y, además, se ha comprobado que parte de dicho aprendizaje perdura en el tiempo (Falk y Dierking, 2016), característica que convierte una salida en una actividad genuinamente educativa. Sin embargo, la falta de estrategias adecuadas en los docentes puede dificultar la realización de un diseño didáctico de la salida; asimismo, existen

circunstancias relacionadas con el presupuesto escolar, falta de tiempo, rigidez en la programación, cuestiones administrativas, etc., que pueden llevar al docente a anular las salidas del aula.

Entre los factores que influyen en el resultado del aprendizaje adquirido en las salidas, destacan: la novedad del lugar visitado, la interacción social durante la visita, el conocimiento previo sobre el tópico, los intereses del visitante y el tipo de estructura de la visita (DeWitt y Storksdieck, 2008). Salvo en los intereses personales, el rol del profesor es clave para maximizar la eficiencia de una visita centrada en el aprendizaje. Por tanto, es necesario proveer al profesorado en formación con estrategias para el diseño y realización adecuados de salidas escolares. Según Pedrinaci (2012), el profesorado debe incluir pocos objetivos, relacionar los contenidos con las experiencias cotidianas del alumnado, programar la propia salida y las actividades a realizar antes y después e integrar la salida en el currículo escolar.

El profesorado en formación considera las salidas relevantes, tras haberlas trabajado en el aula universitaria, y sus concepciones sobre las mismas son en general adecuadas, aunque incompletas (Costillo *et al.*, 2014; Morentin y Guisasola, 2015). Además, son pocas las investigaciones que analizan las propias actividades de preparación realizadas en el aula universitaria con el profesorado en formación.

Hoy, un área en crecimiento en la investigación en la didáctica de las Ciencias es el estudio de los modelos (Moreira *et al*., 2002), incluyendo el uso de la modelización para trabajar las salidas (Costillo *et al*., 2014), porque se sabe que aprendemos a partir de las representaciones del mundo que construimos en nuestra mente. Estas representaciones internas se conocen como modelos mentales. Por otro lado, los modelos conceptuales son aquellos diseñados por expertos como herramienta para la comprensión de una idea, objeto, proceso, etc. (Moreira *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo es determinar el grado de aproximación del modelo mental al modelo conceptual sobre salidas escolares basadas en el aprendizaje en el profesorado en formación de Educación Infantil (E.I.) y valorar si una revisión reiterada del modelo mental en cursos sucesivos aporta mejoras en dicha aproximación.

Metodología

Este trabajo se lleva a cabo con el profesorado en formación del grado de E.I. de la Universidad del País Vasco, en la Facultad de Educación de Bilbao, en el marco de las asignaturas “Ciencias experimentales en el aula de E.I.” (cursos 2015-2016 y 2016-2017, Figura 1) y “Tendencias actuales en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas” (cursos 2016-2017 y 2017-2018, Figura 1).

En cursos previos se realizaron experiencias similares en las que se observa claramente una disposición favorable de los futuros docentes hacia la realización de salidas y su integración en el currículo; además, se observa que sus concepciones sobre las mismas son, en general, correctas (Achurra y Morentin, 2017; Morentin, 2016). Una vez realizadas dichas comprobaciones, se ha considerado analizar si las actividades realizadas en 4º curso por los futuros docentes para revisar sus modelos mentales conllevan o no una mejora, es decir, si dichos modelos son más completos (Figura 1). Para ello, se han utilizado dos muestras: i) una muestra previa de 38 estudiantes, correspondiente al alumnado de 4º del curso 2016-2017 (Achurra y Morentin, 2017), denominada grupo 1; y ii) una muestra nueva, generada a partir de 40 estudiantes, de 4º del curso 2017-2018, denominada grupo 2. En el grupo 1, el alumnado revisa sus modelos mentales en 4º curso, mientras que en el grupo 2 no lo hace (Figura 1).

Debido a que el acceso a los modelos mentales es siempre de forma indirecta, se han analizado los modelos expresados por los y las estudiantes a través de un cuestionario similar al usado y validado en experiencias anteriores por la autora senior (e.g., Morentin, 2016), donde utilizamos la técnica de análisis del contenido del discurso (Babbie, 2012) como base para la parte cualitativa, añadiendo el análisis cuantitativo como refuerzo para los resultados.

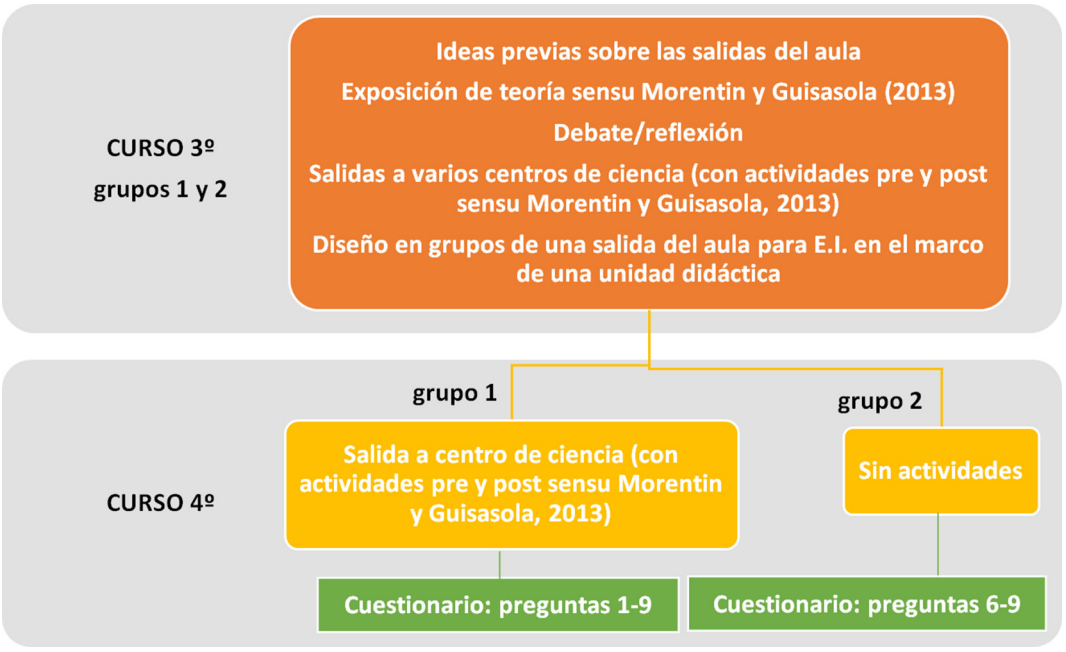


Figura 1. Esquema de las actividades didácticas para trabajar las salidas escolares centradas en el aprendizaje con profesores en formación del Grado de E.I.

El cuestionario consta de 3 partes diferenciadas: preguntas abiertas acerca de la visita realizada; preguntas abiertas generalizables a cualquier salida o visita didáctica; y pregunta cerrada final, como complemento cuantitativo (Anexo I). Los y las estudiantes del grupo 2 solo realizan las preguntas 6 a 9 debido a que no realizan actividades sobre salidas en 4º curso (Figura 1).

El modelo conceptual elegido es la "visita centrada en el aprendizaje" *sensu* Morentin y Guisasola (2013). Para determinar el grado de proximidad de los modelos mentales expresados de los y las estudiantes a dicho modelo, en la parte cualitativa, se analizan y codifican sus respuestas, para después establecer 4 categorías: nivel 3, con respuestas en las que el profesorado integra la visita en la programación del aula y planifica actividades anteriores y posteriores; nivel 2, con respuestas en las que se hace alusión al diseño de las salidas; nivel 1, con respuestas en las que únicamente se relaciona la salida con el trabajo de la escuela, sin explicitar el diseño de la misma; y nivel 0, con respuestas que no expresan la relación visita-escuela. En la parte cuantitativa (pregunta 9, Anexo I), se realiza la prueba U de Mann-Whitney en el paquete estadístico SPSS con el objetivo detectar diferencias entre los grupos 1 y 2.

Resultados

A continuación, se presenta una comparación de los resultados entre los grupos 1 y 2, donde se valora el grado de aproximación del modelo mental al modelo conceptual en los dos grupos de estudiantes a través de las respuestas del cuestionario.

Ambos grupos responden afirmativamente sobre si llevarían a su futuro alumnado al centro de ciencia visitado, con la excepción de un alumno del grupo 2 que responde que no. Sin embargo, a la hora de proponer los objetivos de dicha futura salida, existen diferencias entre ambos grupos: el 42.1% de los y las estudiantes del grupo 1 responde de forma adecuada (objetivos relacionados con la complementariedad de la visita y la programación del aula) frente al 17.5% en el grupo 2. De hecho, el 80% de estudiantes del grupo 2 responde de forma incompleta, es decir, menciona el aprendizaje, pero no lo relaciona con el trabajo en el aula. Se consideran respuestas no adecuadas aquellas que proponen objetivos no relacionados con el aprendizaje como, por

ejemplo, salir de la escuela. En este aspecto, el 21.1% de los y las estudiantes del grupo 1 no responde adecuadamente frente al 0% del grupo 2. Por tanto, podemos decir que, respecto a los objetivos de las salidas, el grado de aproximación al modelo conceptual esperado es mayor en los y las estudiantes del grupo 1, aunque en dicho grupo existe una parte del alumnado que no ha citado ningún tipo de aprendizaje.

Figura 2. Respuestas según el nivel obtenido en las preguntas en los grupos 1 y 2

La siguiente pregunta complementa la anterior, en el sentido de que el profesorado en formación debe ahora explicar cómo prepararían la visita. Como se observa en la Figura 2, no existen diferencias aparentes para los niveles 2 y 3 entre ambos grupos; si consideramos conjuntamente los niveles 0 y 1 (en ninguno de ellos se citan actividades previas ni posteriores), tampoco existen diferencias aparentes. Cabe destacar que, en ambos grupos, aproximadamente el 50% de estudiantes se engloba en el nivel 2, en el que citan actividades previas o posteriores, pero nunca ambas (nivel 3).

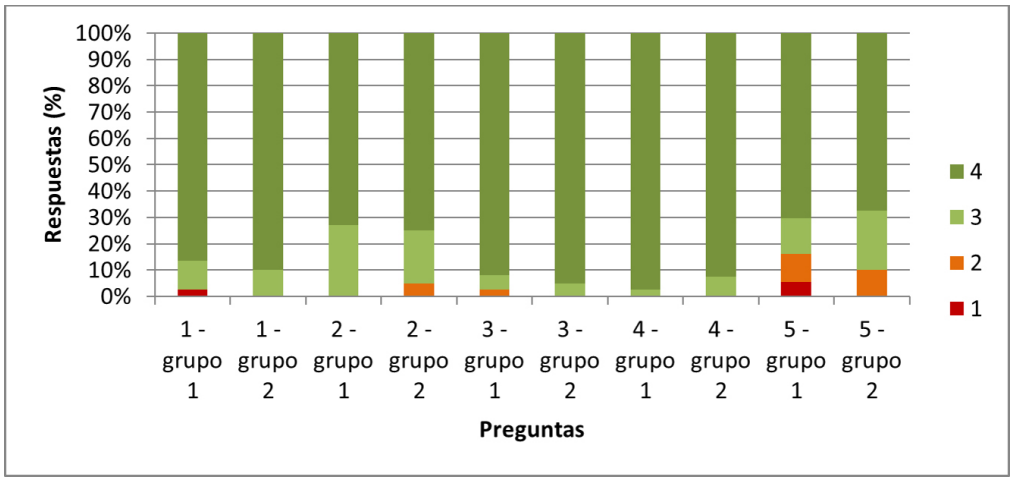


Figura 3. Respuestas obtenidas en la última pregunta (5 ítems).
Los colores indican el grado de acierto con la respuesta correcta

Respecto a las características que debe tener una salida escolar, se ha analizado únicamente la presencia de aspectos lúdicos. Así el 42.5% y el 44.7% de los y las estudiantes de los grupos 2 y 1, respectivamente, incluyen conceptos como divertida, que implique juego, etc.

Ninguno de los 5 ítems de la última pregunta presenta diferencias significativas en su distribución entre las dos categorías de grupo (ítem 1: $p = 0{,}608$, ítem 2: $p = 0{,}304$, ítem 3: $p = 0{,}567$, ítem 4: $p = 0{,}346$, ítem 5: $p = 0{,}995$), es decir, las respuestas de los y las estudiantes del grupo 2 no presentan diferencias con las respuestas de los del grupo 1. La ausencia de diferencias también se observa gráficamente en la Figura 3.

Conclusiones

Una revisión del modelo mental del profesorado en formación en 4º curso aporta mejoras en cuanto al diseño de los objetivos y la integración de la salida con el trabajo en el aula, según la valoración cualitativa realizada. Por otro lado, la parte cuantitativa del cuestionario no ha sido capaz de recoger dichas mejoras, por lo que comprobamos la necesidad de incorporar ambos tipos de análisis (cuantitativo y cualitativo).

A pesar de las mejoras, aún quedan aspectos en los que el modelo mental de los y las estudiantes está lejos del modelo conceptual. Esto es, las concepciones del alumnado encuestado sobre las salidas escolares, *sensu* Morentin y Guisasola (2013), son correctas pero incompletas. Así, no se diferencian del patrón detectado en estudios anteriores (Achurra y Morentin, 2017). Específicamente, existen dificultades en (i) definir objetivos de aprendizaje relacionados con la actividad escolar e integrados en el currículo; (ii) incluir actividades previas y posteriores (en lugar de solo previas o solo posteriores); y (iii) orientar la experiencia como lúdica y de aprendizaje (en lugar de solo lúdica). Este último aspecto podría ser, quizás, el más difícil de incorporar al modelo mental del profesorado en formación, debido a la asociación existente en E.I. entre salida y adjetivos como “divertida”.

Hay que señalar que los modelos mentales son generalmente incompletos, por ejemplo, pueden incluir elementos erróneos; pero deben ser funcionales para el sujeto (Moreira *et al.*, 2002). En este sentido, este trabajo se ha centrado en determinar la aproximación del modelo mental al conceptual y no ha valorado si los modelos mentales del alumnado son funcionales. Este último aspecto podría ser una cuestión de investigación futura. Así, pensamos que incorporar grabaciones o narraciones descriptivas de salidas reales realizadas en el practicum por los alumnos, para después valorarlas en 4º curso mediante la reflexión individual y colectiva, podrían ser una herramienta para valorar la funcionalidad del modelo.

Referencias bibliográficas

Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 1(1)*, 3-16.

Achurra, A. y Morentin, M. (2017). Análisis del modelo del profesorado en formación sobre las salidas didácticas en educación infantil. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario*, 2041-2046.

Babbie, E. (2012). *The practice of social research*. Belmont: Wadsworth.

Costillo, E., Borrachero, A., Villalobos, A., Mellado, V. y Sánchez, J. (2014). Utilización de la modelización para trabajar salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza, 7(13*), 165-175.

DeWitt, J. y Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies, 11(2),* 181-197.

Falk, J. H. y Dierking, L. D. (2016). *The museum experience revisited.* Nueva York: Routledge.

Moreira, M. A., Greca, I. M. y Rodriguez-Palmero, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciência, 2(3)*, 84-96.

Morentin, M. (2016). Las salidas didácticas en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. *Actas de Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz*.

Morentin, M. y Guisasola, G. (2013). Visitas escolares a centros de ciencias basadas en el aprendizaje. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *73*, 61-68.

Morentin, M. y Guisasola, G. (2015). The role of Science Museum field trips in the Primary Teacher Preparation. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13(5)*, 965-990.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique, 71,* 81-89.

Anexo I

Cuestionario

1. En tu opinión, ¿cuál ha sido el objetivo de esta salida?

2. ¿Se ha cumplido dicho objetivo? Justifica tu respuesta·

3. Califica la visita del 1 al 5 (1=mala, 5=excelente).

4. Da dos adjetivos para valorar la visita.

5. En tu opinión, ¿qué podríamos hacer para sacar mayor provecho a la visita?

6. Si fueras profesor, ¿llevarías a los alumnos de E.I. al centro de ciencia visitado? Si es que sí, ¿con qué objetivo? Si es que no, justifica tu respuesta.

7. En tu opinión, ¿cómo hay que preparar una visita para que sea significativa para el alumnado?

8. ¿Qué condiciones debe cumplir una salida para ser útil para el alumnado?

9. Lee las siguientes frases y di si estás de acuerdo o no (1= no estoy nada de acuerdo, 4= estoy completamente de acuerdo).

9.1. El sacar al alumnado del aula, es decir, el realizar salidas es un recurso muy adecuado para conseguir un aprendizaje significativo.

9.2. En E.I. y en E.P. no es conveniente realizar varias salidas en un curso, dado que se rompen las rutinas y esto tiene efectos negativos en el alumnado.

9.3. Desde el punto de vista pedagógico, las actividades educativas son realmente significativas si se realizan en el centro educativo.

9.4. El profesorado debe planificar las salidas de forma adecuada (con actividades complementarias) para que sean significativas para el alumnado.

9.5. El profesorado tiene que reducir los aspectos lúdicos de las salidas, y de esta forma el alumnado comprenderá que el principal objetivo de las salidas es aprender.

Concepciones del futuro profesorado de Educación Primaria sobre animales invertebrados

Manuel Vidal López y Pedro Membiela Iglesia

Facultad de Ciencias de la Educación de Ourense. Universidad de Vigo

mvlopez@uvigo.es

Resumen:

En la presente investigación se ha planteado identificar las concepciones sobre seres invertebrados de 65 futuras maestras/os de Educación Primaria antes de la formación específica en ciencias y su enseñanza. Se han recogido datos sobre el grado de conocimiento, identificación y clasificación, sobre las emociones positivas/negativas que generan, así como de algunas cuestiones concretas de su ciclo de vida (oruga-mariposa). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el escaso conocimiento de los invertebrados, así como las dificultades en su clasificación y argumentación mediante criterios científicamente correctos.

Palabras clave: concepciones, invertebrados, Educación Primaria, maestras/os en formación, enseñanza de las ciencias.

Introducción

A pesar de que los invertebrados representan la mayor diversidad del reino animal y resultan fundamentales para el correcto funcionamiento de los ecosistemas, es un grupo poco conocido por el alumnado. Así, es muy frecuente que los estudiantes se refieran únicamente a vertebrados cuando se les pregunta por animales (Kellert, 1993). Además, se ha señalado (Barrow, 2002; Drisner, Haase, Wittig, y Hille, 2014) que es habitual definir los invertebrados con calificativos de disgusto y rechazo, especialmente los insectos (Kellert, 1993), lo que implica la dificultad de concienciar al alumnado de la importancia de protegerlos y conservarlos.

La clasificación animal es un área de estudio donde se detectan numerosas concepciones alternativas (Allen, 2015; Prokop, Prokop, y Tunnicliffe, 2008; Yen, Yao, y Mintzes, 2007). Desde la enseñanza elemental hasta los estudios universitarios, el alumnado suele agrupar a los animales atendiendo a su morfología externa y a medida que avanza en su formación académica, suele incorporar otros criterios tales como locomoción o modo de vida, lo que lleva a alejarse de criterios taxonómicamente correctos (Allen, 2015; Katmann, 2001; Yen et al., 2007).

Otro aspecto considerado en el estudio de concepciones alternativas, se refiere a ciclos de vida, especialmente en insectos. Cinici (2013) ha señalado que el alumnado suele ser consciente de que hay una relación entre una oruga y una mariposa; sin embargo, la metamorfosis es rara vez mencionada como proceso biológico que los relaciona, categorizando frecuentemente a las orugas como invertebrados y a las mariposas como vertebrados, considerándolas como especies distintas.

Metodología

Participantes

La investigación se ha realizado durante el curso 2017-18, con 65 futuras maestras/os de tercero en la materia "*Didáctica de las Ciencias Experimentales II*" del grado de Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de Ourense. La edad está comprendida entre 19-36 años, con predominio de mujeres (72%), y de maestras/os en formación que habían cursado el bachillerato del ámbito no científico (71%).

Recogida de datos

Se ha utilizado un cuestionario de cuatro preguntas abiertas. En la primera, se ha solicitado que nombraran a cinco seres vivos con la finalidad de averiguar el grado de consideración del futuro profesorado de Primaria hacia los seres invertebrados. Posteriormente, a partir de 14 fotografías de invertebrados se les ha pedido que identificaran, clasificaran y argumentaran los criterios utilizados en dicha clasificación, de una manera similar a la utilizada con animales con vertebrados por López, Banos-González y Esteve (2017). Para conocer las emociones hacia los invertebrados se solicitó, en la tercera pregunta, que describieran con tres adjetivos calificativos 10 invertebrados, siguiendo los criterios utilizados por Drissner et al. (2014). La última pregunta estaba centrada en el ciclo de vida de una mariposa siguiendo a Cinici (2013) con el objetivo de conocer las concepciones sobre la metamorfosis.

Para analizar los resultados las respuestas se caracterizaron mediante frecuencias (%) del número y corrección, tanto de las características taxonómicas como de los criterios utilizados para su clasificación.

Resultados

Seres vivos más conocidos

De las 321 respuestas obtenidas, los seres vivos más señalados pertenecen al reino animal (Tabla 1), más concretamente al grupo de vertebrados, señalando como referencia a mascotas, ser humano, a animales típicos de granja o de parques zoológicos. El futuro profesorado de Primaria señala como primer invertebrado conocido a la mosca, aunque en bajo porcentaje (1,9 %).

Tabla 1. Seres vivos señalados (% respuestas ≥ 1,9%, N= 65)

	%		%		%		%		%
Perro	11,5	*Pez*	4,0	*Bacteria*	2,2	*Animales*	1,9	*Mosca*	1,9
Gato	9,3	*Planta*	3,4	*Vaca*	2,2	*Alga*	1,9		
Ser humano	5,9	*Roble*	2,5	*Árbol*	1,9	*León*	1,9		

Identificación, clasificación y criterios utilizados

En cuanto a la identificación (Tabla 2), el futuro profesorado identifica correctamente la mayoría de los grupos presentados, con un porcentaje de éxito mayor del 78%, aunque muestran dificultades en la identificación de grupos menos conocidos como los Celentéreos, Platelmintos y Miriápodos.

En cuanto a la clasificación, las respuestas se han clasificado según cuatro categorías:

A. Clasifican los seres vivos utilizando dos o más categorías taxonómicas adecuadas. Por ejemplo, en el caso del pulpo sería "*Animal molusco bivalvo*".

B. Clasifican los seres vivos con una sola característica taxonómica adecuada (*"Animal", "Molusco" "Bivalvo"*).

C. Clasifican los seres vivos con categorías taxonómicas incorrectas. P. e., esponja ("*Planta acuática*").

D. No clasifican los seres vivos presentados.

Tabla 2. Porcentaje de éxito en la identificación de animales invertebrados (N= 65)

	%		%		%		%		%
Caracol	98	*Araña*	97	*Cangrejo*	91	*Esponja*	85	*Tenia*	15
Pulpo	98	*Medusa*	97	*Lombriz*	89	*Saltamontes*	78	*Milpiés*	9
Estrella	98	*Mejillón*	94	*Abeja*	88	*Anémona*	37		

Los resultados muestran que el futuro profesorado clasifica la mayoría de los invertebrados (mejillón, abeja, esponja, cangrejo, araña, medusa, estrella de mar y saltamontes) utilizando una sola categoría taxonómica adecuada (categoría B) (34% araña-58% medusa). Solamente dos invertebrados (caracol y pulpo) se incluyen en la categoría A con porcentajes de 43-45% respectivamente. La categoría C está representada por el milpiés, araña, lombriz y anémona, con porcentajes que abarcan desde el 34% en la araña hasta el 52% en la anémona. Por último, la categoría D está representada por la tenia, donde un 58% no la clasifica.

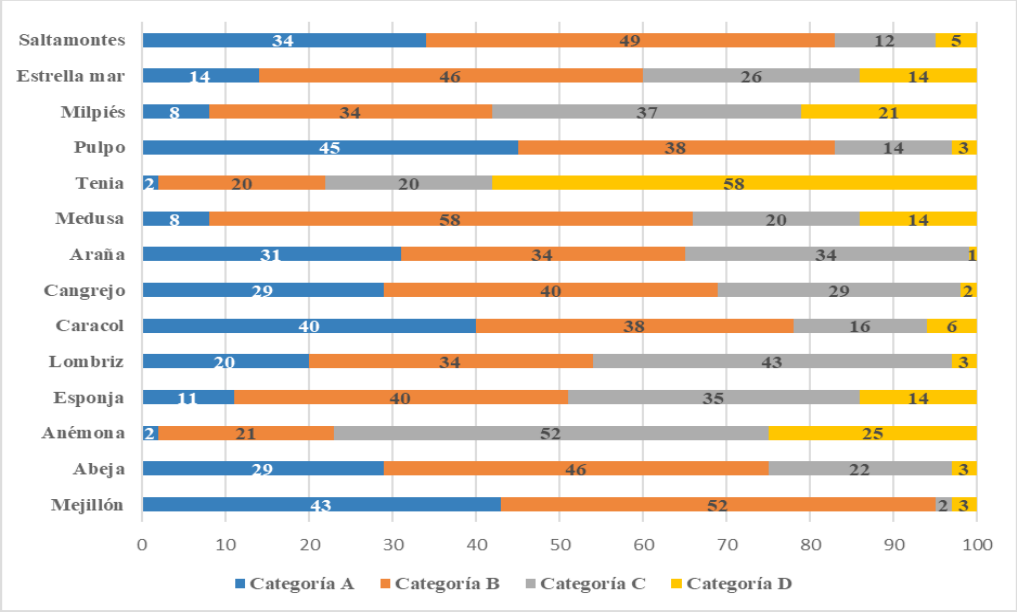


Figura 1. Criterios adecuados en la clasificación de invertebrados en porcentaje (A= 2 o más criterios, B= 1 criterio, C= criterios no adecuados, D= 0 criterios. N = 65)

En cuanto a los criterios utilizados para la clasificación, las respuestas se han clasificado según cuatro categorías, cuyos porcentajes se muestran en la Figura 1:

A. Señalan dos o más criterios adecuados para clasificar el invertebrado. Por ejemplo, en el caso de la abeja o saltamontes podría ser "*tres pares de patas*", "*cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen*". La categoría A está representada por el milpiés, utilizando criterios mor-

fológicos (“*cuerpo alargado divido en segmentos*”, “*presencia de muchas patas*”, aunque clasificado incorrectamente como insecto.

B. Señalan un solo criterio adecuado. Más de la mitad de los invertebrados (saltamontes, pulpo, medusa, araña, caracol, lombriz, anémona y mejillón) se incluirían en la categoría B, haciendo alusión a atributos relacionados con el número de patas (saltamontes, araña), la presencia/ausencia de concha (pulpo, mejillón y caracol), la ausencia de esqueleto (medusa, lombriz) o su modo de vida fija al sustrato (anémona y mejillón).

C. Señalan criterios no adecuados o genéricos. Por ejemplo, sería el caso de la estrella mar “*Vive fijo al sustrato, no tiene esqueleto ni patas*” La categoría C está representada por la estrella de mar, cangrejo, esponja y abeja, donde predominan mayoritariamente atributos erróneos o generales que no definen al invertebrado en cuestión (P. e., la estrella de mar es caracterizada como un invertebrado que “*No tiene concha*”, ”*No tiene esqueleto*”, “*Tiene 5-6 patas*”).

D. Aquellos que no mencionan ningún criterio. La categoría D está representada por la tenia, donde el 51% no menciona ningún criterio.

Valoración del profesorado en formación sobre animales invertebrados

Se han obtenido un número de respuestas variable según el invertebrado presentado, con un mínimo de 187 respuestas para la polilla y un máximo de 194 para el ciervo volante.

Los adjetivos señalados se han clasificado en tres categorías: positivos (+) cuando indican agrado o simpatía (por ejemplo, “*bonita*”); negativos (-) cuando los definen con calificativos de disgusto o rechazo (“*asqueroso*”); y neutrales (0) cuando señalan características del animal que no denotan agrado o rechazo (“*volador*”).

En la Figura 2, se aprecia un grupo de invertebrados donde predominan calificativos neutrales (mariquita, erizo, ciervo volante, mariposa y polilla), destacando la ausencia de calificativos negativos en la mariposa y mariquita; un segundo grupo donde predominan los calificativos de categoría negativa (araña, mosquito y ciempiés); y un tercer grupo representado por la abeja y el bogavante, donde apenas se muestran diferencias en el número de calificativos negativos y positivos, aunque mayoritariamente predominan negativos en la abeja y neutrales en el bogavante.

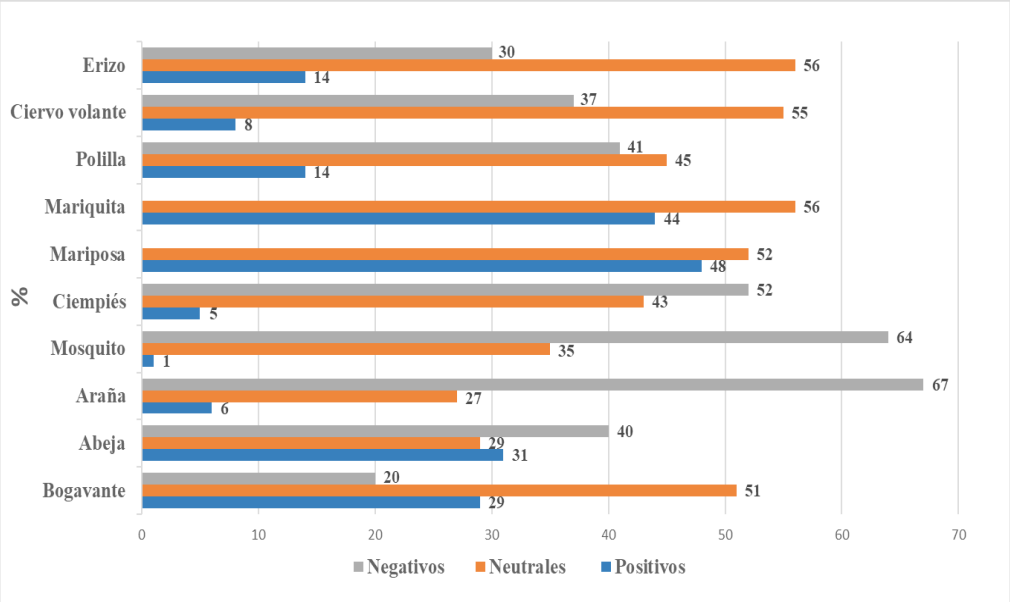


Figura 2.- Calificación en % positiva (+), neutral (0) y negativa (-) de invertebrados (N=65).

Conocimiento sobre el ciclo de vida de una mariposa

En esta pregunta se solicita su opinión sobre si una oruga y su mariposa son animales vertebrados o invertebrados, la posible relación entre ellas y si ambas pertenecen a la misma especie.

En cuanto a la primera cuestión, el futuro profesorado clasifica mayoritariamente (96%) a la oruga como animal invertebrado (2% vertebrado, 2% No contesta). Los argumentos señalados en mayor porcentaje son: "*Porque no tiene huesos/columna vertebral*" (33%), "*Porque no tiene esqueleto*" (28%). En el caso de la mariposa, también es considerada mayoritariamente como invertebrado, aunque en menor porcentaje (84%) (14% vertebrado, 2% No contesta), utilizando principalmente los mismos argumentos descritos para la oruga.

Por otro lado, el 98% reconoce la existencia de una relación entre oruga y mariposa, argumentando el proceso de transformación existente entre los dos estadios (58%), aunque solamente la mitad hace referencia explícita a la metamorfosis (29%). En menor porcentaje (28%), la relación argumentada no hace referencia a ningún proceso de transformación, señalando que la oruga al desarrollarse da lugar a una mariposa ("*La oruga pasa a ser mariposa*") o que una es la cría de la otra ("*La oruga es el bebé de la mariposa*").

En lo que se refiere a si ambos estadios (oruga y mariposa) pertenecen a la misma especie, un 45% apunta que pertenecen a la misma especie, un 35% indica lo contrario y un 20% señala que no sabe. En cuanto a los argumentos utilizados, es importante destacar que el 28% no argumenta su respuesta. Entre las razones que señalan para justificar que ambas pertenecen a la misma especie, el profesorado en formación argumenta que pertenecen al mismo grupo o taxón ("*Los dos son insectos", "Los dos son invertebrados*", 22%), que son fases diferentes según el estadio en que se encuentre ("*Cuando nace es una oruga y al llegar a la madurez mariposa*", 12%) o que presentan el mismo material genético ("*El ADN es el mismo y son la misma especie*", 5%). Entre las razones que señalan para justificar que la oruga y su mariposa pertenecen a especies diferentes, argumentan que pertenecen a grupos diferentes ("*Una es un gusano y otro es un insecto",* 12%), que tienen características y comportamientos distintos ("*No pertenecen a la misma especie porque la oruga se desplaza arrastrándose y la mariposa tiene alas*", 11%) o que al existir transformación se convierte también en otra especie diferente ("*No, evoluciona en otra especie. Pasa de ser invertebrado a vertebrado*", 9%).

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos coinciden con varios estudios previos (e. g. Yen et al., 2007) en los que se señala que los estudiantes aplican la categoría de "animal" únicamente a seres vivos con los que están familiarizados (mascotas, animales de granja o animales de parques zoológicos).

Además, la mayoría identifica adecuadamente los invertebrados más comunes, pero muestran dificultades a la hora de clasificarlos y de argumentar dicha clasificación utilizando criterios taxonómicos adecuados. Como ha sugerida Yen et al. (2007), estos problemas pueden estar relacionados con que los invertebrados tienen menos atributos críticos de clasificación que los vertebrados. En nuestro caso, la argumentación que asocia en seres invertebrados la presencia de esqueleto con la existencia de columna vertebral, pone de manifiesto dichos problemas que originan concepciones no aceptadas científicamente.

Por otro lado, la mayor parte solamente utilizó adjetivos de tipo negativo a la hora de calificar a determinados invertebrados (araña, ciempiés, mosquito y abeja), resultados semejantes a los obtenidos en estudios previos (Drissner et al., 2014; Urones et al., 2010) referidos a insectos, miriápodos y arácnidos asociados con emociones de disgusto o rechazo. Sin embargo, nuestros resultados apuntan a que no todos los insectos generan emociones negativas (mariposa o mariquita), en línea con los resultados de otros estudios (Kellert, 1993) donde se hace alusión a su valor estético.

En cuanto al ciclo vital de la mariposa, los resultados muestran similitudes con la investigación previa (Cinici, 2013). Un elevado porcentaje (96-98%) clasifican a la oruga y su mariposa como invertebrados, aunque en nuestro caso argumentan la ausencia de esqueleto en ambos estadios. También coincidimos en que un bajo porcentaje hace referencia a la metamorfosis como proceso de transformación de la oruga a mariposa (29%) y al importante porcentaje que identifica la oruga y la mariposa como especies diferentes (35%).

Referencias bibliográficas

Allen, M. (2015). Preschool children's taxonomic knowledge of animal species. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(1), 107–134.

Barrow, L. H. (2002). What do elementary students know about insects? *Journal of Elementary Science Education*, 53–60.

Cinici, A. (2013). From caterpillar to butterfly: A window for looking into students' ideas about life cycle and life forms of insects. *Journal of Biological Education*, *47*(2), 84–95. DOI: 10.1080/00219266.2013.773361

Drissner, J., Haase, H.-M., Wittig, S., y Hille, K. (2014). Short-term environmental education: long-term effectiveness? *Journal of Biological Education*, *48*(1), 9–15. DOI: 10.1080/00219266.2013.799079

Katmann, U. (2001). Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials-students' conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education*, *35*(3), 141-147. DOI: 10.1080/00219266.2001.9655763

Kellert, S. R. (1993). Values and perceptions of invertebrates. *Conservation biology*, *7*(4), 845–855.

López, L., Banos-González, I. y Esteve, P. (2017). Conocimientos de futuros docentes de Educación Infantil sobre categorización animal. *Actas X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 2127-2133.

Prokop, P., Prokop, M., y Tunnicliffe, S. D. (2008). Effects of keeping animals as pets on children's concepts of vertebrates and invertebrates. *International Journal of Science Education*, *30*(4), 431–449. DOI: 10.1080/09500690701206686

Urones, C., Vacas, J. M., y Sánchez-Barbudo, M. (2010). Preservice teachers' conceptions about animals and particularly about spiders. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 8*(21).

Yen, C.-F., Yao, T.-W., y Mintzes, J. J. (2007). Taiwanese students' alternative conceptions of animal biodiversity. *International Journal of Science Education*, *29*(4), 535–553.

La variable conciencia ambiental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Sandra Laso Salvador, Mercedes Ruiz Pastrana y José María Marbán Prieto

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid

sal_laso@hotmail.com

Resumen:

Se presentan los resultados de un estudio basado en un análisis del camino sobre el rol predictivo y de medicación de la conciencia ambiental sobre las concepciones de los maestros en formación acerca de la enseñanza de las ciencias. El modelo propuesto ha sido validado con una muestra representativa de 300 alumnos del grado de educación primaria. El análisis del camino se ha llevado a cabo mediante el programa Lisrel, utilizando el método de mínimos cuadrados no ponderados. Los resultados muestran un buen ajuste del modelo propuesto a los datos recogidos.

Palabras clave: Conciencia ambiental; Análisis del camino (path analysis); Dominio afectivo; Alfabetización científica; Concepciones hacia las ciencias.

Introducción

La educación permite al individuo adquirir los elementos necesarios para que los riesgos ambientales resulten más obvios y estén más expuestos al público en general mejorando, de esta forma, el comportamiento de toda la sociedad. Este trabajo parte de la hipótesis de que la conciencia ambiental es un constructo que puede contribuir a integrar en la cultura de la sociedad, la necesidad de proteger el medio ambiente, así como la aceptación consciente de que los seres humanos deben contribuir a resolver los problemas ambientales que se están sufriendo como consecuencia de la acción sobre el medio natural, utilizando como vehículo al docente de ciencias en los niveles básicos de formación.

Actualmente, los estudiantes de las titulaciones de grado orientadas a la formación de maestros de Primaria, al finalizar sus estudios, muestran déficits en su formación ambiental (Acebal, 2010; Álvarez y Vega, 2002; Barrón, Navarrete y Ferrer-Balas, 2010; Suarez y Marcote, 2016; Vilches y Gil, 2007) que les imposibilita preparar de manera adecuada a sus futuros alumnos en los aspectos que integran la conciencia ambiental, como son conocimientos, valores y comportamientos (Acebal, 2010; Chulia, 1995; Jimenez y Lafuente, 2010; Maloney y Ward, 1973). Por ello, se hace imprescindible una formación previa de los futuros docentes en los aspectos indicados como elemento clave en el proceso educativo.

La preparación de estos docentes requiere de un modelo educativo en el que se favorezca el cuestionamiento, el análisis, la reflexión, etc., de una determinada realidad, lo cual exige un cambio, tanto en los métodos, como en las estrategias pedagógicas. Un concepto esencial para la definición de estas estrategias son las concepciones sobre la enseñanza-aprendizaje. Shulman (1987) ya investigaba sobre la necesidad del desarrollo de estas concepciones con la finalidad de poder solventar los requerimientos de formación deseable. Teniendo en cuenta lo anterior,

el objetivo de este trabajo es analizar el rol de la conciencia ambiental en un modelo de interdependencia que dé cuenta de las distintas variables que afectan al ámbito de las concepciones de los docentes previamente mencionadas. De este modo, se podrá disponer de elementos de juicio que incorporar en el diseño de estrategias, para lograr la implicación de los futuros maestros de educación primaria, como elemento clave del proceso de implicación de la especie humana en la conservación del medio a través de la enseñanza de las ciencias.

Fundamentación teórica

Para alcanzar el objetivo de identificar el papel desempeñado por la conciencia ambiental en la mejora de la práctica docente en ciencias, una primera relación a analizar debe ser aquella que se establece con la alfabetización científica, concebida como el conjunto de conocimientos y visión de la ciencia y de su utilidad para la resolución de problemas. Esta influencia se constata en la realidad dado que la generación de conciencia ambiental requiere de un entorno de cultura científica sobre el medio ambiente y su relación con los humanos. Además, se tiene que considerar que el medio ambiente y la ciencia son dos campos relacionados íntimamente.

La acción es el siguiente punto a tratar. Esta acción se manifiesta en el docente a través de las clases que imparte, y dado que ya se ha descrito el fuerte vínculo entre las ciencias y el medio ambiente, el interés se centra en conocer cómo se desarrolla esa acción en la práctica durante la enseñanza de las ciencias. La educación científica se está orientando hacia un enfoque constructivista que se aleja de las didácticas tradicionales. Este movimiento requiere profesores que entiendan el nivel de comprensión científica que poseen sus alumnos para que sean capaces de adaptar su instrucción por el camino adecuado y reorientar sus ideas. Derivado de lo mismo, los profesores que presenten un elevado nivel de conciencia ambiental van a desarrollar formas especiales de conocimiento que les permitan seleccionar contenidos de ciencias adecuados y adaptarlos a intereses, conocimientos, comprensión, habilidades y experiencias que incluyan la componente ambiental. La idea clave de todo este proceso es que los docentes sean capaces de transformar el conocimiento de los contenidos propios de la materia que imparten en formas que sean pedagógicamente poderosas y adaptadas para la integración de aspectos ambientales y acordes a las variaciones de conocimientos, los niveles de comprensión y las dificultades de aprendizaje que presente el alumnado. Esto es lo que conceptualizó como conocimiento didáctico del contenido (CDC), Shulman (1987), quien al tratar de estudiar la enseñanza de los docentes la equipara a la idea de conducta o práctica profesional.

Investigaciones recientes señalan que toda acción humana, y por lo tanto también a nivel didáctico, está condicionada por las emociones (Otero, 2006). En lo que a la enseñanza se refiere se puede decir que las emociones, las actitudes y las creencias del maestro hacia sí mismo, hacia su enseñanza y hacia sus alumnos influyen en su actividad docente diaria. El dominio afectivo juega un papel importante en el desarrollo profesional del docente de ciencias, especialmente en las primeras experiencias educativas (Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2014). Así, resulta de vital importancia el llevar a cabo una regulación a nivel emocional en las etapas formativas de los docentes, ya que posteriormente son muy difíciles de modificar.

Teniendo en cuenta lo expresado, trabajar sobre la conciencia ambiental en las etapas formativas condiciona a su vez la actitud que se presente frente a las ciencias. La imagen que presenta la ciencia parece estar relacionada con variables como el nivel de conocimientos o información, pero también con las concepciones sobre la relación del individuo con el medio (Muñoz y Plaza, 2005), es decir, en términos expresados en este trabajo, la conciencia ambiental ejerce una influencia directa sobre la actitud hacia la ciencia.

El modelo planteado en este trabajo tiene como base los trabajos conceptuales desarrollados por Stern et al. (1994), la Teoría de Acción Razonada de Fishben y Azjen (1980) y la Teoría de la

activación de normas altruistas de Schwartz (1977). A partir de la teoría revisada, analizada y comentada se propone, en este punto, el modelo sobre la relación del constructo de conciencia ambiental con el resto de variables implicadas para lograr un docente que trabaje las ciencias con la dimensión ambiental en sus clases. Se presenta el modelo teórico adaptado a nuestro objetivo de estudio en la Figura 1.

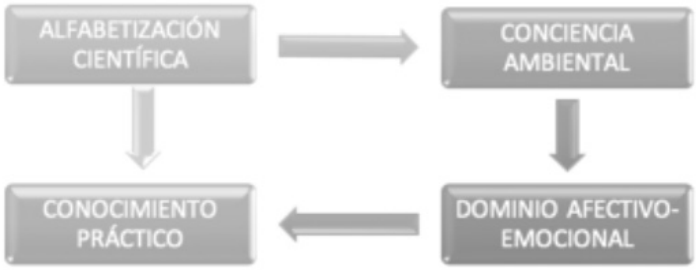


Figura 1. Modelo teórico

Metodología del estudio

Muestra y procedimiento

La muestra estuvo constituida por 305 alumnos de tercer curso del Grado en Educación Primaria pertenecientes a dos campus (Y y Z) de la Universidad de Y.

La administración de las escalas se realizó, entre los meses de diciembre del 2015 y enero de 2016, por parte de los autores y de profesores colaboradores. Previamente se explicó al alumnado el motivo del estudio y se solicitó su colaboración, completamente voluntaria, anónima y confidencial. El tiempo medio de cumplimentación de los cuestionarios fue de 35 minutos.

Instrumentos de recogida de datos

La conciencia ambiental (CA) fue medida mediante una escala que se diseñó y validó para tal fin ("Autor" et al., 2018).

Por otro lado, la alfabetización científica (AC) como valoración del nivel de educación científico-tecnológica, fue medida a través de los ítems propuestos, para dicho fin, por la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia (2014). El método de medición de emociones (DA) seleccionado para este trabajo se basó en un cuestionario adaptado de Brígido et al. (2009). Finalmente, para evaluar la práctica profesional de estos docentes en formación (CEC), que aún no ejercen, como intención de conducta se valoran las concepciones que tienen los estudiantes de profesorado sobre el conocimiento acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias empleando una adaptación del cuestionario de Hamed y Rivero (2014).

Análisis de los datos y resultados

Con el fin de analizar el modelo especificado se emplea la técnica del análisis del camino (path analysis), que examina los efectos directos e indirectos entre las variables. El path analysis es especialmente adecuado en una investigación en la que los principios de la teoría cognitiva social y los resultados anteriores son tales que las relaciones hipotéticas tienen un fuerte apoyo teórico y empírico (Álvaro et al., 1990).

El modelo de trayectorias de prueba fue como muestra la Figura 2.

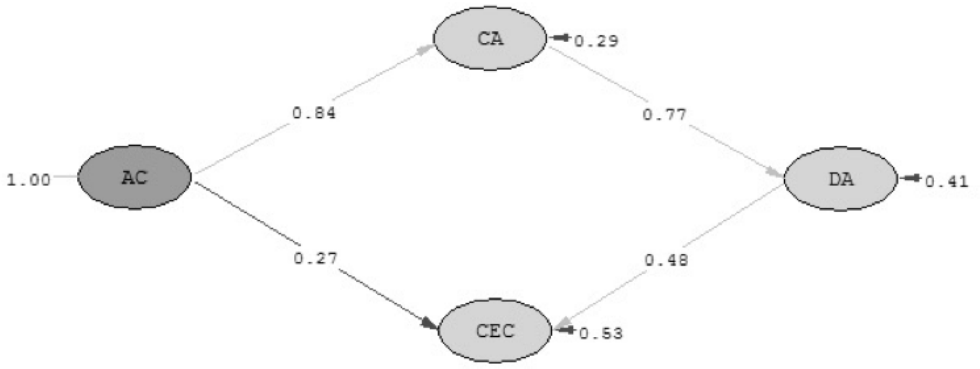


Figura 2. Representación del modelo con variables latentes

Se utilizó el método de estimación de mínimos cuadrados no ponderados (UL- Unweighted Least Squares) mediante el programa LISREL 8.80. En la Figura 2 se presentan los resultados estandarizados obtenidos.

Para la evaluación del ajuste del modelo propuesto se emplearon los siguientes indicadores de bondad de ajuste que figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Calidad del ajuste el modelo

	χ^2	χ^2/gl	CFI	NNFI	RMSEA	GFI	AGFI	NFI
Valor obtenido	96.30	1.72	1.00	1.00	0,050	0,997	0,995	1,00

Como puede observarse en la Tabla 1, los índices de bondad de ajuste del modelo especificado se encontraron, bien dentro de los límites óptimos (como en los casos del índice absoluto de ajuste (χ^2/gl y RMSEA), o, incluso los superaron (como es el caso de los valores del CFI, NNFI, GFI, AGFI y NFI) (Hair, 1999). En consecuencia, podemos considerar adecuados los mismos para realizar la interpretación.

Discusión y conclusiones

La finalidad de este estudio fue descubrir si la CA juega un papel mediador para mejorar la práctica como docente de ciencias y si esta influencia es más fuerte que otros determinantes. Como se había predicho, la variable considerada para el presente estudio como mediadora contribuye a explicar una mejora de la conducta del docente de ciencias durante su ejercicio.

Por lo tanto, derivado del análisis del camino propuesto se deduce que la CA es una variable que afecta al modo en que se evalúan los problemas ambientales en el aula y que, por lo tanto, influye en la respuesta que se genera. A medida que la CA se va construyendo culturalmente, ésta influye en el paradigma educativo que determina la relación del alumnado con el medio ambiente. Por ello, trabajar la CA con los docentes en formación puede contribuir a proporcionar a la sociedad profesionales cualificados científica y ambientalmente, lo que de manera indirecta favorecerá la mejora del planeta en el cual vivimos. Los formadores de docentes deberán incluir cuestiones que actúen sobre la CA de los estudiantes, promoviendo ciertos comportamientos, como el tratamiento de problemas ambientales en el aula de primaria y la promoción de iniciativas de integración con la naturaleza.

Esta investigación muestra, utilizando un enfoque interdisciplinar, que el constructo CA permite estructurar y comprender el conjunto de elementos que determinan la relación del medio

ambiente con la docencia de las ciencias. Asimismo, se ha considerado que la alfabetización científica desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la CA. Se ha señalado que el conocimiento de los problemas ambientales, sus causas y estrategias más efectivas para eliminarlos, aumenta la implicación de los alumnos en las acciones, incluso en los casos que requieren un mayor nivel de compromiso. A su vez se resalta la estrecha vinculación entre las actitudes hacia la ciencia y la CA.

Referencias bibliográficas

Acebal, M. C. (2010). *Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros.* (Tesis doctoral). Dpto. de Didáctica de la Matemática, CCSS, y CCEE. Universidad de Málaga, Málaga.

Álvarez, P., y Vega, P. (2002). Formación inicial del profesorado en Educación Ambiental ¿para qué?,¿cómo hacerla? Presentación de una estrategia metodológica. Universidad Estatal a Distancia. Centro de Educación Ambiental, San José.

Álvaro, M., Bueno, M. J., Calleja, J. A., Cerdán, J., Echevarría, M., García, C., y Martín-Jabato, L. (1990). Hacia un modelo causal del rendimiento académico. *Madrid: Centro de Investigación, documentación y evaluación CIDE.*

Barrón, A., Navarrete A. y Ferrer-Balas, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka Enseñanza Divulgación Ciencias, 7*, 388-399.

Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M.L. y Mellado, V. (2009). Las emociones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en estudiantes de maestro de primaria. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción, 11*(31).

Chuliá E. (1995) La conciencia medioambiental de los españoles en los Noventa. *ASP Research Paper, 12* (a), 1-36.

Fishbein, M. y Azjen, J. (1980). *Beliefs, attitudes, intentions and behavior.* Reading, Massachusetts, EE.UU.: Addison-Wesley.

Jiménez M. y Lafuente R. (2010) Defining and measuring environmental consciousness. *Revista Internacional de Sociología, 68*(3), 731-755.

Hair, J.F. (1999). *Análisis multivariante*. Madrid: Prentice Hall.

Hamed, S. y Rivero, A. (2014). Conocimiento de los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y conocimiento escola*r, 113-141.

Maloney M. P. y Ward M. P. (1973) Ecology: Let's hear from the people: An objective scale for the measurement of ecological attitudes and knowledge. *American psychologist, 28*(7), 583.

Otero, M. R. (2006). Emociones, Sentimientos y Razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 1*(1).

Mellado, V., Blanco, J. L., Borrachero, A. B. y Cárdenas, J. A. (2014). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ana_Borrachero/publication/259891784_Las_Emociones_en_la_Ensenanza_y_el_Aprendizaje_de_las_Ciencias_y_las_Matematicas_Volumen_II/links/00b4952ef7c41f3291000000/LasaEmocionesaenalaaEnsenanzaayaelaAprendizajeadealasaCienciasayalasaMatematicasaVolumenaII.pdf

Muñoz, E., y Plaza, M. (2005). Imágenes de la ciencia y la tecnología en España a través del espejo de la Encuesta de percepción 2004. *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*, 135-161.

Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. En L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology,* 10 (pp. 221-279). New York, EE.UU.: Random House.

Stern, P. C. y Dietz. T. (1994). The value basis of environmental concern. *Journal of Social Issues, 50*(3), 65-84.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1–22.

Suárez, P. Á., y Marcote, P. V. (2016). Formación inicial del profesorado en Educación Ambiental ¿para qué?, ¿cómo hacerla? Presentación de una estrategia metodológica. *Biocenosis, 18*(1-2).

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, 22*, 67-85.

Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el principio de Arquímedes: Un estudio de Caso

Lina Melo

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
Universidad de Extremadura. Badajoz

lvmelo@unex.es

Resumen

Presentamos resultados generales de un estudio descriptivo de tipo cualitativo, en el que caracterizamos, el conocimiento didáctico del contenido (CDC) sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación, de 21 profesores en formación de física. Como instrumento de medida se ha utilizado la matriz de representación del contenido (ReCo) para capturar el CDC. Los resultados indican un bajo conocimiento del contenido, la mayoría consideran que el empuje depende de la posición del objeto sumergido. Por otro lado, el 57% de los futuros profesores de física optan por un CDC cercano a una tendencia intermedia hacia la enseñanza, el 24% describen un CDC ecléctico y el 19% centrado en una tendencia tradicional.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del Contenido, formación del profesorado, Principio de Arquímedes.

Introducción

La construcción del conocimiento didáctico del contenido (CDC) es un tema de interés permanente para la investigación sobre la formación del profesorado, y ha sido abordado desde diferentes perspectivas teóricas y metodológicas. Comprender el CDC del profesorado nos puede dar información sobre cómo los programas de formación del profesorado satisfacen las necesidades de los profesores a lo largo de sus carreras (McNeill et al., 2016), y cuáles son los contextos de formación docente más potentes en la movilización del conocimiento profesional.

En nuestra investigación compartimos algunos elementos del modelo de Park y Oliver (2008), el cual considera al CDC como una construcción producto de la reflexión, donde cada profesor transforma e integra distintos conocimientos en un proceso activo y dinámico. Entendemos que la reflexión es fundamental para el proceso de formación y desarrollo profesional del profesor desde lo que declara, diseña y hace en el aula.

En los últimos años se ha incrementado el número de investigaciones sobre el CDC para la enseñanza de la física, aunque sigue siendo inferior en comparación con los existentes para la enseñanza de la química, la biología y la tecnología (Fernandez y Fernandes de Goes, 2014). Los resultados más relevantes nos sugieren que para los contenidos relacionados con la mecánica newtoniana existen grandes deficiencias en los conocimiento sobre los estudiantes por parte del profesorado en formación, lo cual afecta a su vez en la selección de las estrategias de enseñanza y los objetivos de aprendizaje (Zhou et al., 2016). Además los profesores en formación que predicen las posibles necesidades y dificultades de aprendizaje no las utilizan en los eventuales escenarios de enseñanza que se les plantean durante su proceso de formación.

Otros resultados relevantes son los reportados por Thompson et al. (2011), quienes encuentran que los futuros profesores que han cursado una licenciatura en física, identifican en menor cantidad las dificultades de los estudiantes sobre los circuitos eléctricos de aquellos que no son físicos. Por lo tanto al igual que concluyen Krisnert et al. (2016) y Paulick et al. (2015) tener un nivel alto del conocimiento del contenido que se enseña y del conocimiento pedagógico, no garantiza tener un adecuado CDC.

En términos generales tal como señalan Etkina (2010) y Thompson et al. (2011) el CDC ofrece un marco de referencia para la formación del profesorado de física, refleja lo que sucede en clase, y además permite identificar las necesidades de desarrollo profesional del profesorado.

Objetivos de Investigación

El objetivo general de esta investigación ha sido caracterizar el conocimiento didáctico del contenido de un grupo de futuros profesores de física en Colombia sobre el principio de Arquímedes. De este modo, se pretende valorar la adecuación de la estructura de los programas de formación del profesorado.

Metodología

La investigación se desarrolló con 21 estudiantes para profesores de física, 11 hombres y 10 mujeres, inscritos en la asignatura mecánica de fluidos en el curso 2015-2016 la cual forma parte de las asignaturas obligatorias del segundo año del Grado de Formación de profesores de Física. Las edades de los participantes están comprendidas entre los 20 y 23 años. Su experiencia docente se limita a las incursiones que realizan dentro de su proceso de formación como futuros profesores de física.

La recogida de datos se hizo utilizando, la matriz diseñada por Loughran, et al. (2004) como representación del contenido (ReCo). El instrumento ReCo es una tabla compuesta por filas y columnas que deben ser relacionadas. En la primera columna se enlistan nueve preguntas que los autores determinan como constantes para obtener la información, estas preguntas se derivan de los componentes que Magnusson et al. (1999) asigna al CDC, en la primera fila superior se definen las ideas centrales del tópico específico a indagar y deben ser definidas por cada profesor o por consenso.

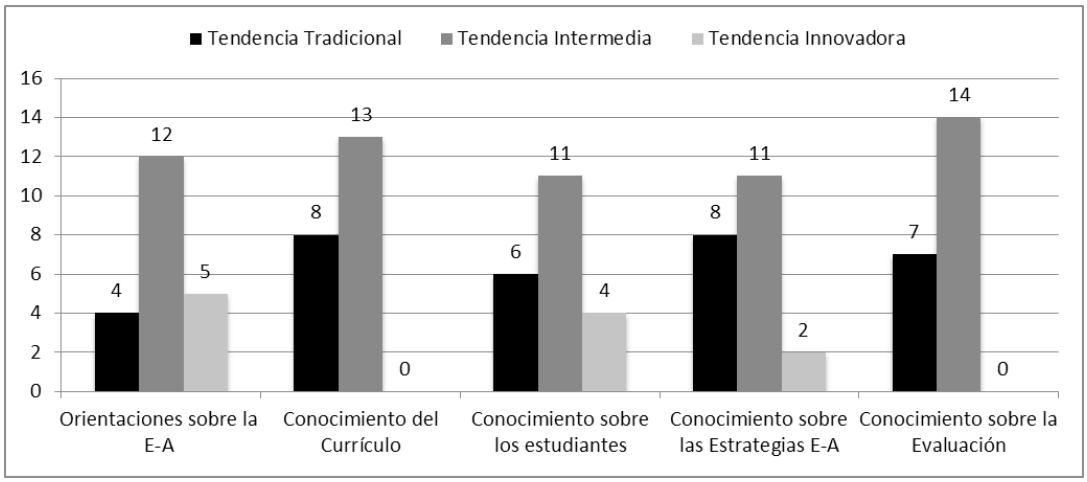
El propósito general del instrumento ReCo es ayudar a los profesores y permitirles codificar su conocimiento de una forma común. La sistematización de los datos para el CDC y su análisis se realizó siguiendo las técnicas de análisis de contenido (Fraenkel, Wallen y Hyun, 2012) apoyados por el software Nvivo-10. Se ha relacionado cada pregunta del ReCo con una componente del CDC según las componentes de Magnusson et al. (1999): a) orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias, b) conocimiento del currículo, c) conocimiento sobre los estudiantes, d) conocimiento sobre las estrategias de enseñanza, e) conocimiento sobre la evaluación. Estas categorías fueron agrupadas en dos tendencias opuestas y una intermedia: la tradicional centrada en el profesor, y la innovadora o centrada en los estudiantes. Un ejemplo se evidencia en la tabla 1 (Melo et al., 2018).

Resultados

En la gr**áfica 1** se presenta un resumen de las tendencias dominantes para cada categoría del CDC de los futuros profesores. Prevalece en todas categorías la categoría intermedia seguida de la tendencia tradicional, y sólo para las orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias, el conocimiento sobre los estudiantes y el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza algunos profesores describen situaciones relacionadas con la tendencia innovadora.

Tabla 1. Descripción de las Categorías del CDC

	Categorías	Tendencia Tradicional	Tendencia Intermedia	Tendencia Innovadora
C. Conocimiento sobre los Estudiantes	**C1**. Naturaleza de las Ideas de los Estudiantes	Las ideas de los estudiantes son errores que no se deben considerar.	El profesor debe reconocer las ideas o conocimientos previos del alumno, porque son una fuente de motivación.	Los procesos de mediación entre el conocimiento científico, escolar y cotidiano son fundamentales en el proceso de aprendizaje.
	C2. Dificultades de Aprendizaje	Se deben a un problema de falta de comprensión.	Se predicen e identifican las dificultades de aprendizaje pero no se utilizan en la planificación.	Se identifican las dificultades de aprendizaje según su naturaleza, hay un seguimiento durante el proceso de enseñanza y son utilizadas en la toma de decisiones.
	C3. Participación	La participación es un factor determinante en el aprendizaje escolar. Sin embargo se asume que dependen enteramente del estudiante	La participación activa se entiendo como dejar participar a los estudiantes mientras transcurre el discurso del profesor.	Se asume la participación activa como ceder el control de la clase a los estudiantes, e incluirlos en la toma de decisiones del aula.



Gráfica 1. Tendencias del CDC sobre el principio de Arquímedes descrita por los 21 futuros profesores

Estos resultados nos llevaron a identificar tres tipos de CDC sobre el principio de Arquímedes a partir de las tendencias predominantes para cada componente del CDC: (a) Modelo del CDC cercano a una tendencia tradicional de enseñanza cuando al menos cuatro de las categorías que describen el CDC fueron descritas por la tendencia tradicional (n=4; 19%); (b) Modelo del CDC cercano a una tendencia intermedia cuando al menos cuatro de las categorías que describen el CDC fueron descritas por la tendencia intermedia (n=12; 57%) y (c) Modelo del CDC ecléctico cuando al menos dos categorías del CDC son descritos por la misma tendencia (n=5; 24%). Estos modelos los describiremos a continuación.

a. Modelo del CDC cercano a una tendencia tradicional de enseñanza

Se han encontrado cuatro futuros profesores de física (FPF) que suscriben este modelo de CDC. El conocimiento curricular en esta tendencia se caracteriza por la utilización de hechos de la vida cotidiana, todos ellos relacionados con la flotación de sólidos en líquidos, el ejemplo más nombrado es la flotación de los barcos. La secuencia de los contenidos es la presente en los libros de texto de secundaria (Melo et al., 2016). De forma genérica los futuros profesores presentan primero la definición de presión en términos de fuerza (presión en los sólidos) y luego se vincula la relación entre gravedad, profundidad, altura y densidad. Luego describen el principio de Arquímedes como aquel que permite justificar el estado de flotación de los cuerpos con diversas densidades, o a través del empuje.

Consecuentemente con esta tendencia del CDC los futuros profesores se preocupan poco por conocer las concepciones alternativas de sus estudiantes, asumen que "*el contenido se asimilará mejor en tanto realicen prácticas de laboratorio y se les presente ejemplos conocidos*". Según esta visión el estudiante construirá su conocimiento escolar basándose exclusivamente en la interpretación del conocimiento que se le presenta en el aula.

b. Modelo del CDC cercano a una tendencia intermedia de enseñanza

Son once los futuros profesores que suscriben este modelo de CDC. En este CDC las metas y objetivos en el currículo y las estrategias de enseñanza con respecto al principio de Arquímedes se centran en acciones donde es el estudiante quien por si sólo descubre a través del contacto y la observación directa con la realidad. Sin embargo, todas las ideas y explicaciones formuladas por los estudiantes son orientadas a un único modelo en el cual el principio de Arquímedes es utilizado para introducir la fuerza de empuje, la cual explica el hecho experiencial que relata la "*aparente pérdida de peso*" cuando se sumergen en agua los sólidos tal como se presenta en los libros de texto.

Todos los futuros profesores coinciden en partir de situaciones problema o preguntas abiertas sobre la flotación de los sólidos en líquidos, entre ellas por qué flotan los barcos, cómo funcionan los submarinos, y su relación con las vivencias cotidianas de los estudiantes. En todos los casos se plantean situaciones que son la mezcla de lo cotidiano y lo científico y se realiza un mayor énfasis en las variables vinculadas al cuerpo que se sumerge (peso, masa, densidad, volumen). Finalmente, en lo relativo a la evaluación, esta se centra en indagar sobre lo visto en clase, una descripción similar a la tendencia anterior.

c. Modelo del CDC Ecléctico

En este modelo hemos ubicado los casos donde dos o más categorías están descritas por tendencias diferentes. Todos los profesores vinculados a este modelo del CDC, describen una orientación hacia la enseñanza de las ciencias cercana a una tendencia innovadora.

A pesar de compartir orientaciones similares hacia la enseñanza de las ciencias, éstas luego no se traducen consecuentemente en proposiciones que den cuenta de la tendencia innovadora para el resto de categorías del CDC cuando se profundiza en la enseñanza del principio de Arquímedes.

Los futuros profesores FPF 3, 10 y 11 declaran un conocimiento tradicional sobre los estudiantes y las estrategias de enseñanza; y una tendencia intermedia para el conocimiento sobre el currículo y la evaluación. Por otro lado, los futuros profesores FPF 6 y 15 presentan declaraciones relacionadas con una tendencia tradicional para el currículo y la evaluación; y una más innovadora respecto a su conocimiento sobre los estudiantes y las estrategias de enseñanza.

Conclusiones

De los resultados del estudio concluimos que el CDC inicial de los futuros profesores del estudio, sobre el principio de Arquímedes, puede describirse a partir de tres modelos cualitativamente diferentes, lo cual demuestra el carácter idiosincrásico del CDC. Estos modelos dependen del reconocimiento que los futuros profesores realizan sobre las dificultades de aprendizaje, las características que otorgan al contenido y, principalmente, del grado de coherencia entre las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias y el resto de componentes del CDC.

La aparición del modelo del CDC ecléctico, es una evidencia de como el desarrollo del CDC no es siempre en la misma dirección, ya sea de la tendencia tradicional a los innovadores, o viceversa. Nosotros consideramos que este modelo del CDC es un estado "intermedio" por el que el que futuro profesor transita antes de posicionarse sobre un modelo de enseñanza de las ciencias particular, y es una clara evidencia de los procesos de transformación e integración que permiten que el CDC emerja (Magnuson et al., 1999).

Bibliografía

Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *6*(2), 020110.

Fraenkel, J., Wallen, N. y Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th Ed.), Columbus: McGraw-Hill Higher Education.

Fernández, C. y Fernandes de Goes, L. (2014). "Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática", en A. Garrtiz, S. Daza, y M.G. Lorenzo (Eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana* Saarbrück: Editorial Académica Española, pp. 66-100.

Kirschner, S., Borowski, A., Fischer, H.E., Gess-Newsome, J. y von Aufschnaiter, C. (2016). "Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge", *International Journal of Science Education* (Reino Unido), vol.38, núm, 8, pp. 1343-1372.

Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). "In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice", *Journal of Research in Science Teaching* (Estados Unidos), vol. 41, núm. 4, Abril, pp. 370–391.

Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the CDC for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer A.P.

Melo, L.; Cañada, F.; Martínez, G. y Sánchez, R. (2016), Dificultades del aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38 (4), e4401-e4418.

Melo, L., Cardona, G., Cañada, F., Martínez, G. (2018). Conocimiento didáctico del contenido sobre el principio de Arquímedes en un programa de formación de profesores de Física en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 76 (XXIII), 253-279.

McNeill, K.L., González-Howard, M., Katsh-Singer, R. y Loper, S. (2016). "Pedagogical content knowledge of argumentation: Using classroom contexts to assess high-quality PCK rather than pseudoargumentation", *Journal of Research in Science Teaching*. 53 (2), 261–290.

Park, S. y Oliver, J.S. (2008). "Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals", *Research in Science Education* (Países Bajos), vol. 38, núm. 3, Mayo, pp. 261–284.

Paulick, I., Grossschedl, J., Harms, U. y Mo ller, J. (2016). "Preservice Teachers Professional Knowledge and Its Relation to Academic Self-Concept", *Journal of Teacher Education* (Estados Unidos), vol. 67, núm. 3, Mayo-Junio, pp.173–182.

Thompson, J.R., Christensen, W.M. y Wittmann, M.C. (2011). "Preparing future teachers to participate student difficulties in physics in a graduate-level course in physics, pedagogy, and education research",

Physical Review Special Topics-Physics Education Research (Estados Unidos), vol. 7, núm. 1, Enero-Junio, pp. 010108-1-11.

Zhou, S., Wang, Y. y Zhang, C. (2016). "Pre- Service Science Teachers ' PCK : Inconsistency of Pre- Service Teachers ' Predictions and Student Learning Difficulties in Newton ' s Third", *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (Turquia), vol. 12, núm. 3, Marzo, pp. 373–385.

La enseñanza problematizada sobre las estaciones del año: aprendizaje específico alcanzado por maestros en formación

Rubén Limiñana, Asunción Menargues, Rafael Colomer, Sergio Rosa, Carolina Nicolás, Isabel Luján, Juan Francisco Álvarez Herrero y Joaquín Martínez-Torregrosa

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante

ruben.lm@ua.es

Resumen:

La mayoría de los maestros de Educación Primaria en formación tienen actitudes negativas hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, una formación preuniversitaria en humanidades, y poca confianza para enseñar ciencias. Como indica la investigación didáctica actual, aprender en profundidad alguna idea fundamental de la ciencia puede mejorar esta situación. Para ello, se elaboró un curso en el Grado, donde se estudió un problema fundamental de ciencias (movimientos del Sol y el modelo Sol/Tierra) con una estructura didáctica problematizada. Los estudiantes alcanzaron altos niveles de conocimiento sin diferencias significativas debidas a sus actitudes o formación iniciales, lo que sugiere que esta metodología ayuda a que los futuros maestros aprendan en profundidad ideas fundamentales de la ciencia, en un ambiente similar al que se espera que creen cuando ejerzan su profesión.

Palabras clave: astronomía diurna; formación inicial de maestros de primaria; investigación guiada

Introducción

Actualmente existe un amplio consenso entre los investigadores en que la mejor forma de enseñar ciencias es seguir un proceso de (re)construcción de conocimientos científicos en un ambiente de investigación, adecuado para cada nivel escolar (National Research Council (NRC), 2012; Osborne y Dillon, 2008). Para conseguir que los futuros maestros puedan enseñar de este modo podemos encontrar varias dificultades entre las que se encuentran su formación anterior (didáctica, por impregnación, y en conocimientos específicos) y sus actitudes hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La mayoría de estudiantes universitarios que entran en el grado de maestro en educación primaria no han estudiado asignaturas de ciencias durante su formación en Bachillerato, o lo han hecho mediante una metodología tradicional en la que el conocimiento se transmite en su estado final (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991). La mayoría de ellos tienen concepciones alternativas y erróneas sobre las ideas fundamentales de las ciencias, que permanecen durante años (Shtulman y Valcarcel, 2012). Además, suelen tener actitudes negativas hacia el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, resultado de sus experiencias vividas en las asignaturas de ciencias, que, como sabemos, pueden ser transmitidas a sus futuros alumnos en sus clases (Aalderen-Smeets, Walma van der Molen y Asma, 2012; Fernández, Brígido y Borrachero, 2013; Young y Kellogg, 1993).

Si uno de los principales objetivos de la formación en didáctica de las ciencias es que los futuros maestros sean capaces de enseñar con una metodología basada en la indagación y, que a la vez puedan despertar y transmitir entusiasmo e interés por las ciencias a sus alumnos, habrá que formarlos de una manera coherente con ello (Justi y Gilbert, 2002; Schwarz y Gwekwerere, 2006). Esto supone que su formación debe producirse en un ambiente de aula en el que se generen oportunidades para el desarrollo de prácticas científicas: enfrentarse a preguntas y problemas de interés, expresar y someter a prueba distintas ideas, analizar y comparar la validez de modelos, etc., para posibilitar un aprendizaje en profundidad.

Los futuros maestros necesitan sentir que son capaces de aprender "de verdad" alguna de las grandes ideas de la ciencia, y que han conseguido hacerlo dentro de una forma de trabajar cercana a la que deberían utilizar en sus futuras clases para superar su desconfianza en que pueden aprender y enseñar ciencias (Cakiroglu, Capa-Aydin, y Woolfolh, 2012; Brígido, Borrachero, Bermejo, y Mellado, 2013). Además, el aprendizaje en profundidad debe ir acompañado de oportunidades para la reflexión didáctica sobre el propio aprendizaje (¿Qué ideas he cambiado y por qué? ¿Por qué creo que es mejor un modelo u otro? ¿Qué es aprender con comprensión y en qué se diferencia del aprendizaje habitual? ¿Por qué, de qué manera, he llegado a "aprender de verdad"?). Por supuesto, esta propuesta requiere reducir contenidos y aumentar la profundidad de los mismos siguiendo una metodología de enseñanza por indagación (enseñanza problematizada o por investigación guiada; Osuna, Martínez-Torregrosa, Carrascosa y Verdú, 2007).

No obstante, esta propuesta no está exenta de riesgos. ¿Tratar de conseguir que alumnos –que provienen de "letras", que, a menudo, "odian" las ciencias y que creen que enseñar ciencias en primaria consiste en hacer actividades "llamativas" para niños– aprendan "de verdad" una de las grandes ideas de la ciencia no es un objetivo inalcanzable? ¿Aunque se consiga, no será a costa de generar aún más rechazo hacia el aprendizaje de las ciencias?

Por otra parte, dado el escaso tiempo del que dispone la Didáctica de las Ciencias en los planes de estudio, debemos conocer muy bien el efecto que tiene en los futuros maestros lo que hagamos en nuestras aulas universitarias. Nuestro estudio está dirigido a analizar el efecto en la calidad del aprendizaje que llegan a conseguir y su percepción sobre el proceso que han vivido para aprender. En esta comunicación nos limitamos al primero de los aspectos que hemos analizado, es decir: ¿en qué medida los futuros maestros llegan a alcanzar el aprendizaje pretendido sobre el tema? ¿En qué medida influyen las características iniciales (formación y actitudes) en el nivel de logro?

Hipótesis

La investigación para responder de modo empírico a esas cuestiones se ha estructurado en torno a la siguiente hipótesis:

> La mayoría de los estudiantes alcanza los indicadores de comprensión, definidos por los expertos, sobre los temas tratados. Y estos resultados son:
>
> **a)** Independientes de su formación previa en la enseñanza secundaria y bachillerato (Ciencias o Humanidades).
>
> **b)** Independientes de su actitud inicial hacia la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Diseño experimental

Se ha llevado a cabo una investigación durante tres años (desde el curso 2012/13 hasta el curso 2014/15), empleándose seis grupos (dos cada curso) de alumnos de la asignatura "Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales I" de segundo curso del Grado en Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Alicante (n = 302). Debido a que no hemos podido obte-

ner grupos control equivalentes (es decir, grupos que sean instruidos en los mismos temas, con una metodología diferente), nuestro diseño experimental está basado fundamentalmente en demostrar la coherencia y coincidencia de los resultados obtenidos en los seis grupos, repitiendo para ello la misma enseñanza en años diferentes y con profesores diferentes.

Los temas impartidos fueron los de los "¿Existen ciclos y simetrías en los movimientos del Sol que nos permitan organizar el tiempo y el espacio?" y "¿Cómo se deben mover el Sol y la Tierra para que se produzcan dichos ciclos y simetrías?". El tiempo dedicado a la enseñanza de estos temas fue de 40 horas.

Los profesores participantes fueron tres: un profesor asociado (A), un catedrático de universidad (B) y un ayudante doctor (C). Los tres utilizaron la misma secuencia de actividades, la misma metodología de enseñanza problematizada y el mismo sistema de evaluación. Los seis grupos utilizados para este estudio son académicamente homogéneos, y cada grupo se asignó al azar a un profesor cada año (Tabla 1).

Tabla 1. Composición, formación previa y actitudes iniciales hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (en porcentaje) de seis grupos de maestros de educación primaria en formación. En el identificador de cada grupo, la letra indica el profesor de cada grupo (ver texto) y el número el curso académico (1: 2012/13, 2: 2013/14 y 3: 2014/15)

Grupo	**Número de estudiantes**	**Ciencias** (%)	**Letras** (%)	**Actitudes iniciales hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias**		
				Negativas (%)	**Neutras** (%)	**Positivas** (%)
A1	52	13	87	45	34	21
B1	51	24	76	53	20	27
A2	56	16	84	55	19	26
B2	54	15	85	57	17	26
A3	45	22	78	65	11	24
C3	44	23	77	66	15	19
TOTAL	**302**	**19**	**81**	**57**	**19**	**24**

Mediante un cuestionario al inicio de la asignatura, se determinó la formación previa y las actitudes hacia la E/A de las ciencias de cada uno de los estudiantes (clasificándolas como positivas, negativas o neutras, véase Tabla 1). La determinación del nivel de conocimiento alcanzado se realizó mediante dos pruebas escritas, individuales y en situación de examen, al final de cada uno de los dos problemas tratados, que fueron valoradas por dos profesores independientemente con una plantilla común. Basándose en los logros pormenorizados de los indicadores de comprensión (lo que debería "saber" y "saber hacer" una persona que hubiera aprendido de verdad lo tratado), se asignó a cada estudiante un nivel de logro global en una escala de cuatro niveles basada en criterios explícitos. Las pruebas que se realizaron para valorar su logro, así como los indicadores de aprendizaje con comprensión, fueron elaboradas por tres profesores expertos en la enseñanza de este tema.

Análisis de datos y resultados

En este trabajo presentamos sólo los resultados obtenidos en el tema de los "ciclos y simetrías en el movimiento del Sol". En general, casi un 70% de los alumnos alcanzó los indicadores de comprensión. Además, casi un 50% de ellos alcanzó un nivel de aprendizaje excelente (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de alumnos que alcanza cada nivel de conocimiento

Criterio y categorías	Curso 2012-13		Curso 2013-14		Curso 2014-15		Global
¿Conoce los ciclos y simetrías en el movimiento del Sol, y puede utilizarlos para orientarse espacial y temporalmente?	Grupo A1 (n=52)	Grupo B1 (n=51)	Grupo A2 (n=56)	Grupo B2 (n=54)	Grupo A3 (n=45)	Grupo C3 (n=44)	(n=302)
0. No	60	39	34	35	9	16	33
• Sí (total)	40	61	66	65	91	84	67
1. aunque con algunos errores	20	17	23	17	16	20	19
2. con algunos errores menores	10	22	31	26	33	25	25
3. sin errores	10	22	12	22	42	39	23

Al analizar los niveles de logro alcanzado por los estudiantes de los seis grupos experimentales encontramos que no existían diferencias significativas en el porcentaje de alumnos que alcanzaron un aprendizaje funcional del tema según su formación (Ciencias/ Humanidades) en la educación secundaria y el bachillerato ($\chi^2_3 = 3.31$; $p = 0.347$). Estos resultados ponen de manifiesto, con el modelo de enseñanza problematizada, que la formación previa no es determinante para que los futuros maestros logren un aprendizaje profundo de ideas científicas seleccionadas. Lo mismo ocurre en cuanto al nivel de logro alcanzado según la actitud inicial manifestada hacia la enseñanza y el aprendizaje de la Física: no han existido diferencias significativas entre los alumnos que tenían actitudes iniciales positivas, negativas o neutras ($\chi^2_6 = 8.42$; $p = 0.209$).

Discusión y problemas abiertos

Con los resultados obtenidos podemos concluir que, con el modelo de enseñanza descrito, es posible conseguir que la mayoría de los alumnos alcance los indicadores de comprensión del tema tratado, y que un tercio de ellos conteste de manera perfecta o casi perfecta en los exámenes (planteados según los indicadores de comprensión) sobre las grandes ideas seleccionadas. Igualmente, hemos mostrado que el nivel de logro alcanzado es independiente de la formación previa (ciencias o humanidades), y de la actitud inicial hacia el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias que presentaban los alumnos.

El hecho que estos resultados se hayan obtenido con tres profesores diferentes (aunque formados en el mismo grupo de trabajo) y durante tres años distintos refuerza su validez. Otros autores ya han resaltado la importancia de conseguir "dominar" un tema aprendiendo en un ambiente investigativo, lo que hace que los futuros maestros sean conscientes de su propio aprendizaje (Heywood y Parker, 2010) y mejoren su sentimiento de capacidad para enseñar ciencias a sus alumnos en el futuro utilizando metodologías de indagación (Plummer y Ozcelik, 2015). Cuando los maestros en formación hacen cursos de enseñanza de las ciencias mediante indagación, están mucho mejor preparados para enseñar utilizando esta metodología que cuando su formación se hace de la manera habitual (e.g. Avraamidou y Zembal-Saul, 2010). También es necesario resaltar el efecto que la reflexión sobre su propio aprendizaje tiene en sus creencias sobre cómo enseñar ciencias en primaria (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015; Martínez-Chico, López-Gay, Jiménez-Liso y Trabalón-Oller, 2017).

No obstante, creemos que habría que evaluar de manera más detallada los cambios actitudinales que tienen lugar en estos maestros en formación tras una instrucción que demanda tanta

implicación por su parte. Es decir, podría ser que los buenos resultados obtenidos en esta investigación hubieran ocurrido a expensas de que se hayan sentido "empujados" a aprender, y que perciban negativamente la relación entre el esfuerzo requerido y el aprendizaje alcanzado.

Referencias

Aalderen-Smeets, van, S. I., Walma van der Molen, J. H. y Asma, L. J. F. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education, 96,* 158–182.

Avraamidou, L. y Zembal-Saul, C. (2010). In search of well-started beginning science teachers: Insights from two first-year elementary teachers. *Journal of Research in Science Teaching, 47,* 661–696.

Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L. y Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching, *European Journal of Teacher Education, 36,* 200–217.

Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y. y Woolfolh Hoy, A. (2012). Science Teaching Efficacy Beliefs. En B. J. Fraser, K. G. Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 449–462). New York: Springer.

Fernández, M.J., Brígido, M., y Borrachero, A.B. (2013). Estudio longitudinal sobre las emociones y actitudes del alumnado de maestro del Grado de Educación Primaria ante la enseñanza de ciencias experimentales. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 351-371). Badajoz, España: DEPROFE.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Heywood, D. y Parker, J. (2010). *The pedagogy of physical science*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Justi, R. S. y Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education, 24*, 1273-1292.

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, R. y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros profesores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12,* 149–166.

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, R. y Trabalón-Oller, M. (2017). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante indagación y modelización a la competencia para enseñar ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, nº Extraordinario (2017),* 115–121.

National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. Londres: King's College.

Osuna, L., Martínez-Torregrosa, J., Carrascosa, J. y Verdú, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 25,* 277–294.

Plummer, J. D. y Ozcelik, A. T. (2015). Preservice teachers developing coherent inquiry investigations in elementary astronomy. *Science Education, 99,* 932–957.

Schwarz, C. V. y Gwekwerere, Y. N. (2006). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching. *Science Education, 91,* 158-186.

Shtulman, A. y Valcarcel, J. (2012). Scientific knowledge suppresses but does not supplant earlier intuitions. *Cognition, 124,* 209–215.

Young, B. J. y Kellogg, T. (1993). Science attitudes and preparation of preservice elementary teachers. *Science Education, 77,* 279–291.

Posibilidades del trabajo con TIC en el marco de la formación docente en el área de Química

María Rosa Venezia[1], Ana Patricia Fabro[2] y María del Rosario de la Riestra[3]

[1]Cátedra Química 1. ISPI Nº 9028, Cátedra de Bromatología y Nutrición. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario. [2]Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. [3]Cátedra Trayecto de Docencia 1. ISPI Nº 9028

veneziamariarosa@gmail.com

Resumen:

El uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje exige estudios que monitoreen constantemente sus alcances. Este trabajo tiene como objetivo investigar las posibilidades que la aplicación de un entorno presencial-virtual genera en los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema Disoluciones en la asignatura Química General y Biológica (QGyB) del Profesorado de Biología - ISPI N°9028 de la ciudad de Rosario, Argentina. Para ello se diseñó un entorno virtual de aprendizaje que complemente la actividad presencial y se investigaron mediante metodologías cuali-cuantitativas sus aportes, desde la mirada de los estudiantes. La investigación realizada permitió reflexionar y repensar nuevas formas de intervenciones didácticas mediadas por TIC.

Palabras clave: TIC; b-learning; profesorado; química; disoluciones.

Introducción

Si bien son numerosas las investigaciones que señalan las ventajas del uso de las TIC para favorecer la enseñanza y los aprendizajes comprensivos (Vidal Puga, 2006; Area Moreira, 2003; Fridman y Edel Navarro, 2013), su incorporación exige un alto grado de responsabilidad por parte de los profesores para el diseño y evaluación de la propuesta educativa y un riguroso proceso de investigación que monitoree los alcances de la misma.

Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo general indagar acerca de las posibilidades de la aplicación de un entorno presencial-virtual genera en los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema Disoluciones en la asignatura Química General y Biológica (QGyB) del Profesorado de Biología del Instituto Superior Particular Incorporado (ISPI) Nº 9028 “Ntra. Sra. del Huerto” de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina, desde la mirada de los estudiantes. Los objetivos específicos del trabajo son los siguientes: diseñar actividades mediante un entorno virtual de aprendizaje que complementen las actividades presenciales obligatorias para el tema Disoluciones de la mencionada asignatura, investigar mediante metodologías cuali-cuantitativas los aportes de dichas actividades a los procesos de enseñanza y aprendizaje desde la mirada de los estudiantes, analizar los datos recabados y establecer las posibilidades de incorporar actividades y materiales mediados por un entorno virtual para complementar las actividades y materiales del cursado presencial obligatorio. Este trabajo presenta algunos de los resultados obtenidos en una investigación más amplia sobre las posibilidades y limitaciones de la implementación

de un entorno presencial-virtual para el abordaje del tema Disoluciones en la asignatura QGyB en el ISPI Nº 9028.

El tema Disoluciones es un contenido básico de la asignatura QGyB de primer año del mencionado profesorado. Además es fundamental para la comprensión de diferentes disciplinas biológicas.

También es importante señalar que el aprendizaje de la química requiere de un alto grado de abstracción, por lo que para su enseñanza se hace necesario promover en los alumnos representaciones que tengan que ver con lo macroscópico, lo microscópico, lo simbólico y su integración entre ellos (Johnstone, 1993) requiere hacer más hincapié en los procesos y sus causas que en los productos. En este sentido, las simulaciones y las animaciones permiten observar objetos y modelos en movimiento, lo cual podría ser útil para la enseñanza de la Química. Se hace necesario encontrar las herramientas didácticas apropiadas y entre ellas pueden ser de utilidad aquellas presentadas mediante un entorno presencial-virtual.

En este sentido, el presente trabajo se enmarca dentro del concepto de b-learning, modelo de enseñanza en donde se combinan las clases presenciales con las virtuales. Entre los entornos que se encuentran on line, diseñados y disponibles para el docente y para el alumno podemos mencionar a Google Sites, que es una aplicación on line para la creación de páginas web a partir de plantillas prediseñadas que se puede encontrar dentro del paquete de productos para educación que ofrece la empresa Google.

Al mismo tiempo, para que la integración de las TIC pueda desarrollar todas sus potencialidades, es necesario conocer cuál es el contexto educativo en donde se aplican y de qué manera participan los destinatarios en las innovaciones realizadas (Fabro y col., 2010).

Por último, según Area Moreira (2009) uno de los factores para el éxito o fracaso de la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentra en la formación del profesorado, de allí la importancia de las investigaciones en este ámbito.

Metodología

La muestra en estudio está conformada por 16 alumnos de primer año, única división, que cursan la asignatura QGyB del Profesorado de Biología del ISPI Nº 9028 de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina.

La intervención didáctica incluye el diseño de un entorno virtual realizado mediante la aplicación Google Sites. Las actividades propuestas mediante el entorno virtual complementan las actividades presenciales obligatorias para el tema Disoluciones de la asignatura mencionada. La intervención didáctica se encuentra organizada en diez instancias y planificada mediante actividades presenciales y no presenciales que incluye: análisis de texto, observación de videos, producción colaborativa de un power point, búsqueda de material en la web, participación en el foro del entorno virtual, trabajo en el laboratorio, registro audiovisual del trabajo de laboratorio y realización de actividades interactivas.

La investigación se enmarca en la metodología de estudio de casos, tomando aportes del enfoque combinado cualitativo y cuantitativo para la recolección de datos e interpretación de los resultados. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron: un cuestionario realizado a los estudiantes en forma posterior a la intervención didáctica y entrevistas semiestructuradas a tres alumnos elegidos al azar. El cuestionario tuvo como objetivo conocer sus apreciaciones sobre las actividades y los materiales usados en la propuesta didáctica presencial-virtual para el tema Disoluciones. Las entrevistas fueron analizadas en las siguientes categorías: motivación por la propuesta, preferencia por las estrategias de aprendizajes propuestas y opinión sobre los materiales usados durante la intervención didáctica.

Resultados y conclusiones

Algunos resultados obtenidos a partir del cuestionario realizado a los estudiantes en forma posterior a la intervención didáctica son los siguientes

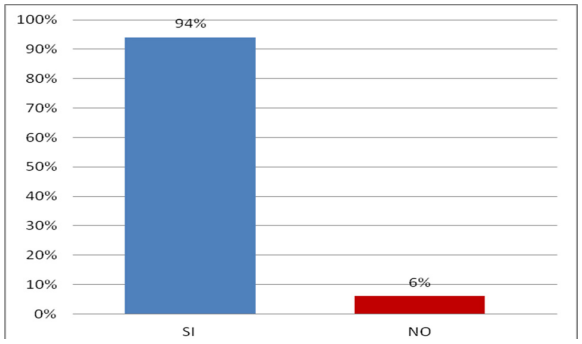


Figura 1. Respuesta a la pregunta: ¿Has encontrado adecuadas las actividades presenciales y virtuales realizadas durante el abordaje del tema Disoluciones en la asignatura Química?

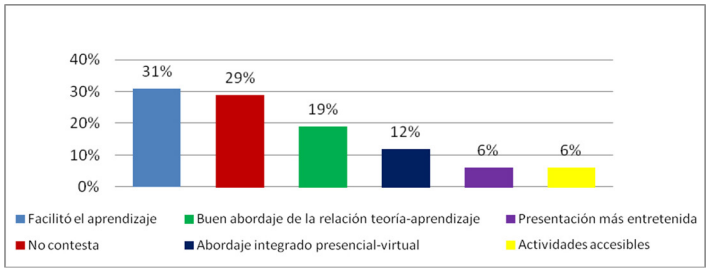


Figura 2. Justificaciones de las respuestas afirmativas

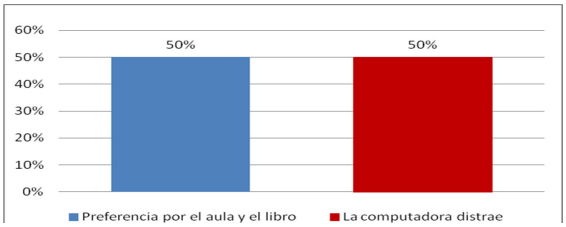


Figura 3. Justificación de las respuestas negativas

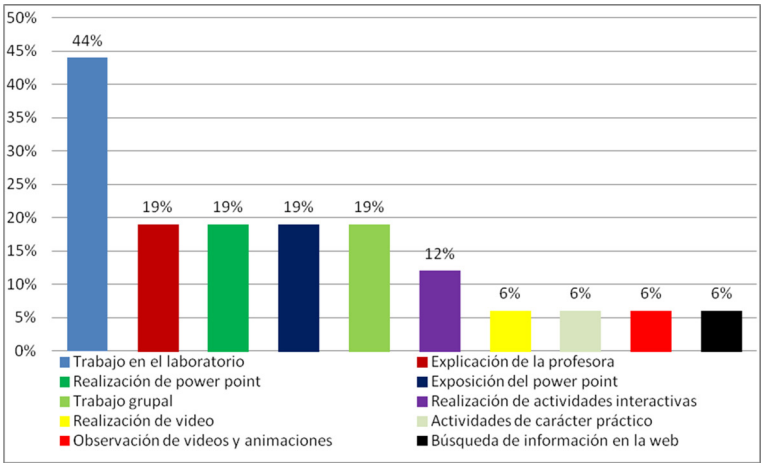


Figura 4. Actividades más valoradas en la propuesta de aprendizaje mediante un entorno presencial-virtual para el abordaje del tema Disoluciones

Algunas de las ideas expresadas por los alumnos en la entrevista semiestructurada son las siguientes

1.- ¿Te sentiste motivado con este tipo de herramientas tecnológicas? ¿Por qué?

Aumentó la motivación por la novedad y la variedad de material: "... fueron cosas muy distintas: el power, hacer el video, buscar en internet, digamos, ver clases de ahí, o sea, hay variedad. No es solamente ir para ver una animación, sino que, es para hacer varias cosas". (Entrevistado Nº 2)

No aumentó la motivación: "… a mí me gusta más que me expliquen con palabras, me hablen, me escriban en el pizarrón, esas clases a mí me dejan mucho más que investigar solo por internet, o sea, ese tipo de cosas las puedo hacer en mi casa ya, digamos. Pienso que venir a cursar, me parece que es más para estar sentada en un banco mientras un profesor me está explicando un tema… trabajando con el libro" (Entrevistado Nº 3)

2.- ¿Qué opinión te merecen las estrategias de aprendizajes propuestas y los materiales utilizados durante la intervención didáctica para el desarrollo del tema?

De los materiales utilizados: "...había muchísimo material y por ahí era un poco extenso..." (Entrevistado Nº 1)

Utilidad del power point producido a partir de material obtenido del entorno virtual: "…los power son muy buenos, los miré cuando vine a rendir el final, son muy buenos para compartirlos también, son muy completos. Están muy buenos, y aparte tienen los links, digamos, que vos podés ir a la página web que te explica un video u otra cosa. Son muy completos" (Entrevistado Nº 1); "estudié particularmente del power que habíamos hecho y con las animaciones, eso sí"(Entrevistado Nº 3)

De las actividades presenciales: "El laboratorio como primer punto..." (Entrevistado Nº 1)

De las actividades no presenciales: "…Observar los videos explicativos" (Entrevistado Nº 1); "después me gustó también, de concentraciones, los ejercicios que había, los de autoevaluación interactiva que hicimos, eso me fue útil" (Entrevistado Nº 2); "...las animaciones son buenas" (Entrevistado Nº 3)

Posibilidades de usar nuevos formatos mediados por tecnologías

De la diversidad de herramientas tecnológicas utilizadas en la propuesta, los estudiantes mencionan como una de las más importantes la preparación y posterior explicación de presentaciones en powerpoint, junto a las animaciones o videos explicativos.

Un estudio realizado por Cué y col. (2009), muestra como los alumnos destacan las potencialidades del uso de presentaciones de powerpoint. Otros estudios (de la Riestra y Maenza, 2014) muestran que el material más utilizado por los docentes son las presentaciones de powerpoint. Habría que preguntarse si dichas presentaciones son las herramientas que más utilizan y valoran los alumnos porque así lo hacen los docentes.

En la investigación realizada, la actividad de elaboración de una presentación de powerpoint en pequeños grupos, con explicación final del grupo completo, fue muy bien valorada por los alumnos porque implicó trabajo colaborativo y porque el resultado fue aprovechado como material de estudio. Se sostiene la idea de que la incorporación de las TIC no tiene que ver tanto con su uso tecnológico sino con su uso pedagógico. En un modelo de educación basado en el aprendizaje, donde el alumno es el responsable del proceso, el profesor debe buscar la metodología y los medios tecnológicos donde el alumno se siente cómodo.

Posibilidades de complementar los recursos tecnológicos con las actividades de laboratorio

El estudio pone de manifiesto también la valoración positiva por parte de los alumnos respecto de la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por TIC por la diversidad de herramientas que ofrece. Al mismo tiempo, es interesante observar que de todas las actividades propuestas en la intervención didáctica la de mayor valoración fue el trabajo en el laboratorio.

En el caso de las ciencias experimentales parece razonable que el ámbito donde deben aprenderse los procedimientos sea el mismo en que esa ciencia ha sido construida, es decir, el laboratorio. Sería importante diseñar esta actividad mediada por las TIC de manera más intensa. En la investigación realizada, la filmación del video, su edición, posteado en la web y análisis de la producción visual fue parte de la propuesta didáctica y la actividad experimental no se vio desvalorizada por este agregado. Esta observación, coincide con Climent (2009) en su trabajo sobre la creación por parte de los alumnos de videos en el laboratorio y su posterior difusión, quien señala esta experiencia como positiva.

Posibilidades de complementar los formatos impresos con recursos hipermediales

Es interesante analizar un dato que surge de la presente investigación sobre la preferencia y confianza de algunos de los estudiantes por el material impreso respecto de la información obtenida a través de las TIC. Si bien los alumnos son usuarios habituales de las tecnologías, parecen sentirse más cómodos con recursos impresos y con el formato tradicional de enseñanza y aprendizaje basado en la estructura profesor/emisor y estudiante/receptor.

Levis (2011) sostiene que el estudiante se siente a gusto recibiendo un método de enseñanza tradicional, con la lectura de materiales impresos y que en muchas ocasiones no está dispuesto a participar del uso de tecnología si no es necesario, conducta que viene arraigada desde su educación básica.

Según Area Moreira (2009), para el profesor muchas veces el libro actúa como estructurante de la enseñanza, pues éste se convierte en el programa de la materia. Se podría suponer que el alumno lo adopta como material de elección, pues con el texto se siente confiado en la información obtenida y sabe con seguridad lo que el profesor quiere que sepa.

Por todo lo señalado, la investigación permitió repensar nuevas formas de intervenciones didácticas, para “mirar con nuevos ojos” los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por tecnologías en el campo de la Química. Este repensar debe realizarlo principalmente el docente poniendo énfasis en su capacitación, desde lo tecnológico y lo pedagógico, y comenzando en su etapa de formación en el profesorado.

Referencias bibliográficas

Area Moreira, M. (2003). Guía didáctica: creación y uso de webs para docencia universitaria. *EDULLAB: Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de La Laguna* (pp. 1-35). La Laguna. Recuperado de: https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=eaca8858-516f-4718-ab1b-76a4f057bc65&groupId=316845

Area Moreira, M. (2009). *Introducción a la tecnología educativa*. (pp. 1-78) Universidad de La Laguna. La Laguna. Recuperado de: https://campusvirtual.ull.es/ocw/file.php/4/ebookte.pdf

Climent, Á. L. T. (2009). Creación y utilización de vídeo digital y Tics en Física y Química. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien*. 6(3):440-451. Recuperado de: http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/9910/Torres_Climent_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cué, J. L. G., Rincón, J. A. S., y García, C. M. A. (2009). Uso de las TIC de acuerdo a los estilos de aprendizaje de docentes y discentes. *Revista Iberoamericana de Educación*. 48(2): 1-15. Recuperado de: https://www.

researchgate.net/profile/Jose_Garcia_Cue/publication/28237719_Uso_de_las_TIC_de_acuerdo_a_los_estilos_de_aprendizaje_de_docentes_y_discentes/links/0c960534d4758cdba2000000.pdf

De la Riestra, M.R. y Maenza, R.R. (2014) La educación a distancia en la actualidad y las iniciativas realizadas por las instituciones universitarias. El caso de la UCEL en Rosario. *Signos Universitarios*. Anejo 2(1). Portal de Publicaciones de la USAL (P3-USAL). Disponible en: http://p3.usal.edu.ar/index.php/signos/article/viewFile/2099/2646

Fabro, A.; Gómez, P.; Costamagna, A. (2010). Propuesta b-learning para la enseñanza de Anatomía e Histología. *FABICIB*. 14, 56-69.

Fridman, S. y Edel Navarro, R. (2013). Ciencias, tecnologías y culturas. Educación y nuevas tecnologías. *Rilet*. México.

Johnstone, A. (1993) *The develompment of chemistry teaching: a changing response to a changing demand*. Journal of Chemical Education. 70(9), 701-705

Levis, D. (2011). *Redes educativas. Medios sociales, entornos colaborativos y procesos de enseñanza y aprendizaje*. Universities and Knowledge Society Journal, 8(1), 7-24. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/780/78017126002.pdf

Vidal Puga, M. (2006). Investigación de las TIC en educación. Universidad de Santiago de Compostela. *Revista Latinoamericana de tecnología educativa*. 5(2), 539-552. Santiago de Compostela. Recuperado de: http://relatec.unex.es/article/view/293/277

Línea 2. El desarrollo profesional del profesorado

Simposios

Las ciencias en educación infantil: avances desde la formación inicial de maestros y maestras

José Cantó Doménech
(coord.)

Las ciencias siempre han estado presentes en la Educación Infantil (EI) ya que se ha considerado que los niños y niñas, a estas edades, empiezan a tener un contacto directo con el medio natural que los rodea, a vivenciar distintos fenómenos naturales a los que necesitan darles una explicación, a generar unos hábitos que condicionarán su salud, su forma de ser y estar o su interacción con el medio ambiente Esta presencia de las ciencias en EI, necesita que nuestros estudiantes se formen adecuadamente en distintos aspectos fundamentales para su posterior desarrollo profesional. Por ello, en este simposio, presentamos distintas propuestas que se están desarrollando en diversos centros para promover el aprendizaje de las ciencias entre el futuro profesorado de EI.

Por una parte, es importante conocer cuál es su actitud hacia esta enseñanza, cuáles son sus inseguridades, sus miedos por ello se presenta un trabajo que analiza cuál es la actitud de nuestros estudiantes hacia la enseñanza de las ciencias ya que ésta, puede afectar a su futura implementación en el aula.

Por otra parte, no podemos olvidar que parte de estas actitudes son producto tanto de su paso por el sistema educativo obligatorio, como de las diferentes asignaturas de nuestra área de conocimiento, presentes en todos los planes de estudio. Todas estas experiencias producen un conocimiento científico que, para que esté fuertemente consolidado, debe traspasar el ámbito profesional y formar parte de su cotidianeidad. Por esta razón, presentamos un trabajo que analiza cómo los estudiantes de EI utilizan sus conocimientos previos en un contexto no escolar como una noticia periodística.

Tampoco podemos olvidar que en el siglo XXI, las herramientas tecnológicas están presentes en todos los ámbitos de nuestra vida y, el educativo, es un espacio donde se han desarrollado con gran intensidad. Por eso, es importante que se produzca una alfabetización básica digital y científica que le permita a los futuros maestros y maestras entender la relación entre educación científica y pensamiento computacional y, de esta manera, contribuir a que desarrollen competencias profesionales tecnocientíficas. En esta línea, se presenta u trabajo que incide en esta temática, a través de secuencias de enseñanza y de aprendizaje que engloben aspectos de ciencia escolar y de pensamiento computacional.

Además, dentro de la formación universitaria, las Prácticas de Enseñanza son un momento fundamental en el cuál los estudiantes pueden tener un contacto directo con el que será su futuro profesional y, a la vez, pueden poner en juego todos los conocimientos que han adquirido a lo largo del grado. También es una oportunidad para que puedan ver la realidad de la enseñanza de las ciencias en las aulas. Por ello se presenta un trabajo que nos permite conocer mejor lo que se hace y lo que se omite en esta etapa educativa.

En definitiva, en este simposio, presentamos distintas investigaciones desarrolladas en cuatro universidades, que son un punto inicial para un posterior debate y coloquio entre público y ponentes, que nos permita avanzar en la formación de maestros y maestras de EI en ciencias.

Coordina: José Cantó (Universidad de Valencia)

Participan:
1. María Lorenzo Rial – Universidad de Vigo
2. Pilar Jiménez – Universidad de Granada.
3. José Cantó – Universidad de Valencia
4. Carlos De Pro – Universidad de Murcia

Educación científica y pensamiento computacional: una propuesta para la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Primaria

María A. Lorenzo Rial[1], Manuel Caeiro Rodríguez[2], María M. Álvarez Lires[3] y F. Javier Álvarez Lires[4]

[1,3]Departamento de Didácticas Especiales. [2]Departamento de Ingeniería Telemática. [4]Departamento de Psicología Evolutiva. Universidad de Vigo

marialorenzo@uvigo.es

Resumen:

Esta propuesta tiene como objetivo promover entre el futuro profesorado de educación infantil y de educación primaria el aprendizaje de las ciencias a través de herramientas tecnológicas. Con ella, se pretende contribuir al desarrollo de competencias profesionales tecnocientíficas a través de secuencias de enseñanza y de aprendizaje que engloben aspectos de ciencia escolar y de pensamiento computacional. Se ha seguido un modelo socioconstructivista, según la Teoría de la Actividad, empleando la programación y la robótica como herramientas. La secuencia diseñada plantea actividades complejas de aproximación a la ciencia y a la tecnología a través de la alfabetización científica y digital.

Palabras clave: aprendizaje de las ciencias; competencias tecnocientíficas; pensamiento computacional; modelo socioconstructivista

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han vuelto imprescindibles para el avance y progreso de las sociedades actuales y han producido enormes transformaciones científico-tecnológicas; ello exige repensar los fines de la educación científica actual e integrar la alfabetización digital (Strieder et al., 2017). Así, la formación inicial del profesorado es clave, pues debe brindarle la oportunidad de comprender las relaciones entre ciencia-tecnología-sociedad, auxiliándose en la integración de las TIC en las clases de ciencias.

En este marco aparece el pensamiento computacional (Wing, 2006, 2011), como el proceso mental a través del cual se promueven situaciones de aprendizaje en las que el alumnado debe resolver problemas, diseñar sistemas, poner en práctica habilidades propias de la computación y desarrollar pensamiento crítico. Así, se pretende incluir el pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado, lo que supone un reto pues, además de adquirir competencias docentes, ha de aprender a desarrollar competencias clave en su futuro alumnado (Álvarez Lires et al., 2013).

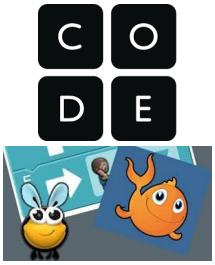
Con la intención de incorporar la programación, la robótica y el pensamiento computacional al currículo, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado (educaLAB) ha realizado propuestas descriptivas, tal como han hecho Portugal, Francia, Reino Unido o Finlandia, entre otros países. En las etapas de Infantil y Primaria se han tomado como referencia

los estándares de la Computer Science Teachers Association (CSTA) y la definición del European Parliament and the Council (2006) sobre Competencia digital:

> *"La competencia digital implica el uso crítico y seguro de las TIC para el trabajo, el tiempo libre y la comunicación. Apoyándose en habilidades TIC básicas: uso de ordenadores para recuperar, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y para comunicar y participar en redes de colaboración a través de Internet".*

Uno de los grandes retos a los que se enfrentan las escuelas a la hora de implementar el estudio de la programación y, por tanto, el uso de la robótica, es la falta de formación del profesorado (Basogain, 2015). Con la propuesta de intervención que aquí se presenta, se pretende incluir el pensamiento computacional como medio para el desarrollo de las competencias tecnocientíficas del profesorado de infantil y primaria en formación, usando la iniciación a la programación y a la robótica en las clases de ciencias. Para ello se usarán los siguientes recursos:

Tabla 1: Recursos interactivos de programación y robótico

Code.org: Portal web. Ofrece la posibilidad de aprender a programar desde edades tempranas con actividades interactivas, desde los primeros pasos del uso del ratón hasta secuencias de programación por bloques. La web incorpora materiales adaptados a cada etapa y posibilitar una integración personalizada.	
Scratch Jr.: Aplicación para dispositivos móviles, gratuita descargable desde All Store y desde Google Play, que permite aprender a programar, creando sus propias historias y juegos interactivos, desde las primeras edades.	
Scratch: Entorno gráfico de programación. Permite, principalmente a niños y niñas de 8 a 16 años, aprender a programar, realizando proyectos personales: crear juegos, contar historias y realizar animaciones, online y offline.	
Science Learning Resourses: **Kit Code & Go Robot Mouse:** Es un pequeño ratón que permite que a partir de 4 años se pueda comenzar a descubrir el mundo de la programación, a desarrollar la lógica, el pensamiento crítico y aprender a resolver problemas. **Robot Sphero SPRK:** Para programar un robot Sphero se usa una aplicación SPRKER para iPhone o Android para arrastrar bloques, especificar qué hará el robot cuando procese el bloque y ordenar los bloques para que Sphero realice las acciones en orden.	
Robot emocional Aisoy: Cuenta con un software que le permite interpretar estímulos de su red de sensores para aprender de ellos y tomar decisiones en función de criterios lógicos y emocionales. Funciona con Scratch e incorpora distintos tipos de sensores: temperatura, orientación 3d, luz ambiental, tacto y fuerza.	

La idea de integrar estos recursos en aulas, en formación inicial del profesorado, deriva del carácter transversal de la competencia digital, de la necesidad de introducir la alfabetización digital y de la oportunidad que brindan las TIC de motivación en el proceso de enseñanza de las ciencias. Conocer el funcionamiento de las máquinas, casi todas ellas de base electrónica, presentes en los laboratorios de ciencias y conocer cómo están programadas es fundamental para poder manejarlas.

Con esta propuesta se pretende que el profesorado en formación inicial aprenda a usar las TIC en clases de ciencias, a diseñar actividades en las que se formulen problemas científico-tecnológicos y a valorar las múltiples opciones que ofrecen estos recursos al aula (simulaciones reales con robots, como pueden ser los movimientos de rotación y translación de la Tierra (robot Sphero), diseño y creación de cuentos interactivos (Scratch Jr.,…) que sirven para aplicar lo aprendido o para introducir nuevos conocimientos.

De las cinco áreas que integran la competencia digital señaladas en el Marco DIGCOMP 2.0 (Ferrari, 2014), la "creación de contenido digital" menciona la necesidad de formar a las personas para que sean capaces de crear sus propios contenidos multimedia, para lo cual deben aprender programación informática. Con el desarrollo de estas habilidades, el profesorado en formación podrá dejar de ser un simple consumidor para convertirse en productor de su propio contenido multimedia, a fin de diseñar actividades y contenidos adaptados a las características del grupo-clase.

Metodología

Los sistemas educativos deben hacer frente a un nuevo modelo de enseñanza y de aprendizaje, en el cual las TIC son transversales a todas las etapas y áreas, lo que implica superar el modelo tradicional transmisivo de enseñanza (Vilches y Gil Pérez, 2013) y plantear secuencias didácticas desde un modelo socioconstructivista y globalizador, cuyo objetivo principal sea el desarrollo de competencias.

La presente propuesta tiene como objetivo el uso de recursos como la robótica para apoyar las clases de ciencias, pero para ello es necesario que se produzca una alfabetización básica digital y científica que le permita al alumnado de los Grados en Infantil y Primaria entender la relación entre educación científica y pensamiento computacional. En este sentido, el profesorado en formación inicial debe ser capaz de diseñar secuencias didácticas a través de las cuales se promueva la alfabetización científica y digital (Álvarez Lires et al., 2018). Por ello, se pretende insertar, el próximo curso 2018-2019, esta propuesta dentro de las materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Pontevedra, así como también a través de un curso de extensión cultural "*Ensinar ciencias con robótica, programación e produción de contidos multimedia para encerado dixital"* que se sitúa dentro de la oferta de cursos de verano organizados por la vicerrectoría del Campus de Pontevedra, Universidad de Vigo, para este curso académico 2017-2018.

Para ello, se utiliza una metodología socioconstructivista basada en la Teoría de la Actividad (Jorba y Sanmartí, 1996; Daniels et al., 2009) y se plantea una secuencia de aprendizaje corregulado-autorregulado (Márquez y Artés, 2016) tomando como referencia el Ciclo de Karplus (Karplus, 1977; Pujol, 2007; Jorba y Sanmartí, 1993) adaptado. Se pretende mostrar, así, otra manera de hacer ciencia escolar, al mismo tiempo que se contribuye al desarrollo de competencias tecnocientíficas.

A partir de este enfoque metodológico se han organizado las actividades complejas en: Actividades de exploración inicial, Actividades de introducción de nuevos conocimientos- estructuración y Actividades de aplicación

Propuesta de intervención

A continuación, se muestra una propuesta destinada a la iniciación a la programación.

Tabla 2: Propuesta de secuencia didáctica según el Ciclo de Karplus adaptado.

Actividades de exploración inicial
Actividad de detección de conocimientos previos: Se muestran varias imágenes en las cuales se ve a personal científico usando las TIC en su trabajo diario. Con esta actividad se pretende reflexionar sobre las implicaciones del desempeño de la profesión científica en el S.XXI. Posteriormente, el futuro profesorado utilizará el recurso Code.org para dar los primeros pasos hacia el aprendizaje de la programación, al tiempo que permite un aprendizaje personalizado. A continuación, pasará al Scratch y empezará a programar pequeñas secuencias. Finalmente, reflexionará en pequeños grupos sobre esta experiencia.
Actividades de introducción de nuevos conocimientos y de estructuración
Aplicar lo aprendido a la robótica, usando el Kit Code & Go Robot Mouse, que se programa de forma fácil y rápida con los botones asociados al propio robot, seguido del Robot Sphero SPRK, que les permitirá empezar a integrar los conocimientos aprendidos en programación para hacer funcionar el robot a través de sus dispositivos móviles. Para conocer los progresos y evaluar los avances, se les pedirá que usen el Sphero dentro de una actividad de ciencias, por ejemplo, uso del robot Sphero para replicar las órbitas de los planetas alrededor del sol. A partir de un problema de investigación, tendrán que integrar el robot emocional Aisoy y disponer de la información necesaria para que sea el propio robot el que guíe la actividad. Por ejemplo, la construcción de una maqueta sobre el problema de los plásticos en las playas y uso del robot para moverse por la maqueta y mostrar en cada punto la información que previamente se ha programado.
Actividades de aplicación
Puesta en práctica de lo aprendido. Para ello deberán integrar en sus diseños de actividades de ciencias la programación y la robótica, a partir de los recursos utilizados anteriormente. Deberá ser capaz de aplicar los conocimientos adquiridos y justificar la necesidad de integrar las TIC en la enseñanza de las ciencias.

Conclusiones

Al tratarse de una propuesta, no es posible ofrecer conclusiones finales, pero se puede inferir lo que cabe alcanzar en su desarrollo. El uso de las TIC en aulas de ciencias contribuye a la formación integral del futuro personal docente, pues brinda la oportunidad de acercar a su futuro alumnado a la realidad cotidiana, atendiendo así a las prescripciones de los currículos de educación infantil y educación primaria.

Capacitar al profesorado en formación inicial, para el desarrollo de sus competencias profesionales docentes y entender el funcionamiento del mundo, es fundamental para que se convierta en productor de contenidos multimedia. En este sentido, la formulación de las actividades propuestas, que incluyen programación y robótica, han de promover el conocimiento de las ventajas de desarrollar el pensamiento computacional en su futuro alumnado, propiciando una educación científica acorde con la era digital actual.

Es fundamental conocer metodologías para enseñar ciencias basadas en la construcción social del conocimiento, pues la ciencia es una construcción humana colectiva. Con este planteamiento, el profesorado en formación inicial aprenderá a comprender y utilizar recursos TIC, al tiempo que incorpora un modelo basado en la Teoría de la actividad, en este caso, a través de la secuencia del Ciclo de Karplus modificado.

Reconocimientos: A la RED TELGALICIA

Referencias bibliográficas

Álvarez Lires, F. J., Serrallé Marzoa, J. F., Varela Losada, M., Polo Jiménez, M. y Juncal Fernández, L. (2018). Uso de las TIC para enseñar a aprender ciencias: un medio favorecedor de la inclusión. *Investigación y práctica en la educación superior.* Educación Editora (en prensa).

Álvarez-Lires, M., Arias, A., Pérez U. y Serrallé, J. F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias,* 31 (1), 213-233.

Arias Correa, A., Varela Losada, M., y Pérez Rodríguez, U. (2015). Una experiencia sobre género y sostenibilidad en formación inicial del profesorado. *Opción.* 32 (7), 138-158.

Basogain, X., Olabe, M.A. y Olabe, J.C., (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, 46(6). Recuperado de http://www.um.es/ead/red/46

CSTA and ISTE (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit, first edition 2011. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Technology in Education (ISTE). Recuperado de http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershipt-toolkit.pdf?sfvrsn=4

D. Tanner, K. (2010). Order Matters: Using the 5E Model to Align Teaching with How People Learn. CBE Life Sci Educ. 9(3), 159–164. DOI: 10.1187/cbe.10-06-0082

Daniels H., Edwards, Y. E., Gallagher, T., y Ludvigsen, S. R. (Eds.). (2009). *Activity theory in practice. Promoting learning across boundaries and agencies.* London, United Kingdom: Routledge.

Ferrari, A. (2014). DIGCOMP: a Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. *eLearning papers*, 38, 1-14.

Jorba, J. e Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas.* Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), 169 - 175.

Márquez, C. y Artés, M. (2016). Propuesta de análisis de representaciones sobre el modelo cambio geológico del alumnado del grado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 169-181.

Pujol, R.M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Strieder, R. B., Bravo, B. y Gil, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias?. *Enseñanza de las ciencias*, 35 (3), 29-49.

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la Química y la Educación Química están contribuyendo, *Educación Química,* 24 (2), 199-206, Monográfico áreas emergentes de la educación química [Química y Sostenibilidad].

W. Bybee, R. (2015). The BSCS 5E Instructional Model. Creating Teachable Moments. NSTA press.

Wing, J. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49 (3), 33-36. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Recuperado de http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computationalthinking-what-and-why

Actitudes del alumnado del Grado de Educación Infantil hacia la enseñanza de las ciencias en edades tempranas

Mª del Pilar Jiménez Tejada, Sara Álvarez Moreno, Patricia Martínez Torres, Mª Carmen Romero López, Francisco González García y José Miguel Vílchez González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

pjtejada@ugr.es

Resumen

Se presentan los resultados de una encuesta sobre la actitud hacia la enseñanza de las ciencias que muestra el alumnado del Grado de Educación Infantil, antes de cursar la asignatura "La ciencia y su didáctica en Educación Infantil". Un alto porcentaje de estudiantes reconoce la curiosidad presente en el alumnado de dicha etapa y que es apropiado introducir la ciencia en la misma. Sin embargo, alrededor de un tercio de estudiantes muestra inseguridad por no disponer de suficiente conocimiento científico. La actitud del profesorado de esta etapa hacia la enseñanza de las ciencias puede afectar a su implementación en el aula.

Palabras clave: Educación Infantil; enseñanza de las ciencias; actitud hacia las ciencias.

Introducción y justificación

La motivación innata y la capacidad para sorprenderse en niños y niñas de Educación Infantil (EI) es uno de los argumentos más importantes para no renunciar a las ciencias en esta etapa (Eshach y Fried, 2005). Pero hay más razones de peso para no dejar de lado la ciencia en la EI. El estudio PISA 2009 de la OCDE puso de manifiesto que los estudiantes de 15 años que habían asistido a EI tenían mejores resultados en dichas pruebas y que la forma de impartir las clases en esa etapa influía en los beneficios obtenidos por el alumnado en las clases (Ikeda y Zoido, 2011). Por tanto, incluir la ciencia en la EI no es en absoluto descabellado, pues sabemos que la exposición a experiencias tempranas de ciencias puede ser importante en el desarrollo del cerebro del niño (Yoon y Onchwari, 2006 en Erden y Sönmez, 2011) y contribuye a adquirir habilidades para resolver problemas de la vida cotidiana (Akman, 2003 en Erden y Sönmez, 2011). Sin embargo, la ciencia no está tan presente como deseamos en las aulas de EI, y así lo ponen de manifiesto diversas investigaciones (Almagro Fernández, Jiménez Tejada y Romero López, 2016; Cantó Domenech, de Pro Bueno y Solbes, 2016; Mantzicopoulos, Patrick y Samarapungavan, 2008).

Erden y Sönmez (2011), en una revisión de investigaciones previas, encontraron la incomodidad con la enseñanza de las ciencias como una de las causas de su escasa presencia en las aulas de EI. Dicha incomodidad se manifiesta en una baja cantidad de actividades de ciencias porque el profesorado no confía en que sabe lo suficiente, no cree importante enseñar ciencia en esta etapa y dice no estar provisto de material ni ambiente físico adecuado.

Históricamente la presencia de la ciencia en el aula de EI se ha contemplado como un "extra" más que como un componente esencial del curriculum (Pendergast, Lieberman-Betz y Vail, 2017), por lo que con frecuencia se presenta de forma aislada, superficial y sin conectar y evitando

el lenguaje científico (Gerde, Schachter y Wasik, 2013). La escasa preferencia por las ciencias que tienen el profesorado de EI también está documentada en diversos estudios (Tu, 2006; Tu y Hsiao, 2008). Esa aversión del profesorado de EI hacia la ciencia también es atribuida a experiencias negativas de dicho profesorado cuando estaban en colegios e institutos (Edwards y Loveridge, 2011).

Dado que la actitud del profesorado de EI hacia la ciencia y su enseñanza condiciona su práctica docente, es importante conocer cuál es la actitud de dicho profesorado durante su formación inicial. Creemos, al igual que Pendergast et al. (2017), que en los programas de formación inicial del profesorado se debe fomentar la reflexión sobre sus actitudes hacia la enseñanza de las ciencias en la EI. Pero esta reflexión pasa por conocer previamente cuál es la actitud del alumnado del Grado de Educación Infantil. Por dicho motivo el objetivo principal de esta investigación es conocer la actitud del alumnado del Grado de Educación Infantil hacia la ciencia y su enseñanza en la etapa de EI.

Metodología

Para conocer la actitud del alumnado hacia la enseñanza de las ciencias en la EI se utilizó un cuestionario tipo Likert desarrollado y validado previamente por Maier, Greenfield, and Bulotsky-Shearer (2013). Este cuestionario, que consta de 31 items y fue diseñado para valorar las actitudes del profesorado de Educación Infantil hacia la enseñanza de las ciencias, se modificó cambiando el tiempo verbal a futuro para adaptarlo al alumnado. Cada item del cuestionario tiene cinco opciones que van desde muy en desacuerdo hasta muy de acuerdo pasando por la opción neutral. El cuestionario se pasó a estudiantes de primer curso del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Granada (UGR), al comienzo del segundo semestre de los cursos 2014/15 y 2015/16 y antes de que se cursara la asignatura “La ciencia y su didáctica en Educación Infantil”. Se recibieron un total de 464 encuestas, ocho de las cuales fueron contestadas por varones y el resto por mujeres. Dada la escasez de varones en el estudio, los resultados no se van a presentar desglosados por sexo.

Resultados y discusión

Por limitaciones de espacio solo se van a presentar los resultados y discusión correspondientes a 15 de los ítems. De ellos, nueve están relacionados con la confianza que tiene el alumnado en su capacidad para abordar las ciencias en la EI, y el resto, con creencias sobre la utilidad de las ciencias y sus posibilidades en esta etapa.

En los resultados se presenta la distribución de frecuencias, para cada uno de los ítem, agrupadas en muy desacuerdo/desacuerdo, neutral, acuerdo/muy de acuerdo.

Aunque se recibieron 464 encuestas, puede haber preguntas que tengan un n inferior. Esto se debe a que algunas personas marcaron para algunas preguntas más de una opción y en este caso se eliminó dicha respuesta. Por este motivo, en cada ítem se especifica el valor de n.

Confianza en la capacidad para abordar las ciencias en la etapa de EI

Los contenidos en los que mayor número de personas mostrará confianza son tanto los de ciencias de la tierra como los de ciencias de la vida, siendo los de las ciencias físicas los que menos confianza despertarán (Tabla 1). Aunque nuestra muestra está formada muy mayoritariamente por alumnas, nuestros resultados confirman otros en los que se observa en las chicas una actitud más positiva hacia las ciencias de la vida y las ciencias de la salud que hacia las ciencias físicas (Elster, 2007; Vázquez y Manassero, 2009). Algo parecido sucede también con el profesorado de EI en activo (formado en su mayoría por mujeres), ya que muestra más incomodidad con las ciencias físicas (Pendergast et al., 2017).

La falta de conocimiento sobre la disciplina entre el profesorado de EI es una carencia que han observado diversos autores (Erden y Sönmez, 2011; García y Domínguez, 2011; Pendergast et al., 2017). Dicha falta de conocimiento genera inseguridad ante posibles preguntas que no puedan ser respondidas, por lo que el profesorado en esta etapa demanda más formación (Torquati, Cutler, Gilkerson y Sarver, 2013). Sin embargo, en nuestro estudio la falta de conocimiento científico no se considera una dificultad para la enseñanza de la ciencia por un alto porcentaje de estudiantes. De hecho, el mayor porcentaje corresponde al neutro, aunque le sigue muy de cerca el correspondiente al muy de acuerdo/de acuerdo. Es posible que el alumnado esté a la expectativa de lo que se va a tratar en la asignatura; este razonamiento también sería válido para la planificación y demostración de tareas y para la disponibilidad de material, ambas con alto porcentaje de respuestas en la categoría neutro (Tabla 1).

Al igual que en un trabajo anterior (autores), también hemos encontrado un cierto paralelismo entre la respuesta sobre hablar de metodología científica y la planificación de actividades relacionadas con la física. Bien es cierto que en este caso se observa un mayor porcentaje de respuestas asociadas a una actitud positiva.

El uso de instrumentos científicos no parece ser especialmente preocupante, al igual que en nuestro anterior trabajo (autores). Creemos que, a pesar de no ser frecuente el uso de instrumentos científicos en Educación Secundaria Obligatoria, los que se utilizan no implican especial dificultad, lo que podría explicar el mayor porcentaje de respuestas en la categoría en desacuerdo/muy en desacuerdo (Tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de respuestas para cada aspecto analizado

	Muy de acuerdo /de acuerdo	Neutro	En desacuerdo/ muy en desacuerdo
Me sentiré cómodo/a planificando y desarrollando actividades relacionadas con la física (n=462)	47,7	35,5	16,9
Me sentiré cómodo/a planificando y desarrollando actividades relacionadas con la biología (n=463)	81	16,6	2,3
Me sentiré cómodo/a planificando y desarrollando actividades relacionadas con ciencias de la Tierra (n=458)	81	14,4	4,6
Me sentiré incómodo/a utilizando instrumentos científicos (n=462)	11,2	22,7	65,9
Me sentiré incómodo/a hablando en el aula sobre metodología científica (n=461)	23	35,4	41,6
Sentiré intranquilidad si me hacen preguntas sobre principios o fenómenos que no pueda responder (n=461)	40,7	28,2	31
No tengo suficiente conocimiento científico como para enseñar ciencias en Educación Infantil (n=460)	35	38,3	26,7
Creo que no dispondré de suficiente material para hacer actividades de ciencias (n=461)	13,2	50,3	36,5
La planificación y demostración de tareas prácticas de ciencias son tareas difíciles (n=460)	32,3	43,5	24,1

Creencias sobre la ciencia y sus posibilidades en la etapa de EI

La curiosidad que muestran los niños de EI por las ciencias es reconocida por el profesorado de esta etapa (Pendergast et al., 2017) al igual que por un alto porcentaje de estudiantes en nuestro estudio (Tabla 2). Las personas participantes también consideran que las ciencias no son demasiado difíciles y que son apropiadas en estas edades. Los resultados son alentadores si tenemos en cuenta que la encuesta se realizó al comienzo del curso.

La relación de la ciencia con el aprendizaje y adquisición de habilidades en estudiantes de EI no parece ser apreciada con tanta claridad por las personas encuestadas, sobre todo en el caso de las habilidades lingüísticas. Este resultado sigue la misma tendencia que en nuestro estudio previo (autores), si bien ha aumentado levemente el porcentaje que corresponde a la categoría de actitud más positiva (Tabla 2). La inseguridad o visión negativa en parte de las respuestas quizá se debe a que no se reconocen las relaciones entre ciencias humanidades.

Tabla 2: Porcentaje de respuestas para cada

	Muy de acuerdo /de acuerdo	Neutro	En desacuerdo/ muy en desacuerdo
Las actividades de ciencias son demasiado difíciles para niños y niñas de EI (n=458)	6,5	23,4	70,1
No es apropiado introducir la ciencia en la etapa de EI (n=459)	4,3	14,2	81,4
Los niños pequeños muestran curiosidad por fenómenos relacionados con las ciencias (n=457)	91,3	7,7	1,1
Las actividades de ciencias ayudan a mejorar todo el proceso de aprendizaje durante la etapa de EI (n=464)	65,9	30,8	3,2
Las actividades de ciencias ayudan a mejorar las habilidades lingüísticas del alumnado de EI (n=461)	42,9	48,1	8,9
Las actividades de ciencias ayudan a mejorar las habilidades sociales del alumnado de EI (n=459)	64,3	31,1	4,5

Conclusiones

Por lo general, los diversos aspectos valorados muestran un aceptable porcentaje de respuestas que corresponden a una actitud positiva hacia la enseñanza de las ciencias en la EI antes de cursar la asignatura, a pesar de que la mayoría del estudiantado no tiene contacto con las ciencias desde la Educación Secundaria Obligatoria. Sin embargo, hay que resaltar dos cuestiones. Por una parte, la inseguridad que presenta un porcentaje bastante alto de estudiantes, asociado probablemente con la creencia de que no se dispone de suficiente conocimiento científico. Por otra, la conexión entre las actividades de ciencias y la adquisición de diversas destrezas, entre ellas las lingüísticas, no la aprecian un elevado porcentaje de estudiantes.

Dado que las creencias sobre la enseñanza de las ciencias pueden condicionar su implementación en las aulas, es fundamental conocer cuál es la actitud del profesorado durante su formación inicial.

Los resultados obtenidos deben guiar la planificación de la formación para dotar al estudiante no solo de conocimientos científicos, sino también de la autoestima necesaria para emprender en

el futuro la inclusión de las ciencias en el aula de EI. Igualmente habría que proporcionar herramientas que posibiliten enfrentarse a esas situaciones de inseguridad en el aula de EI.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración a todas las personas que participaron respondiendo a la encuesta.

Esta comunicación se ha llevado a cabo gracias a dos Becas de Colaboración del Ministerio de Educación Cultura y Deporte y a la financiación del grupo PAIDI de investigación HUM613.

Referencias biliográficas

Almagro Fernández, M., Jiménez Tejada, M. P. y Romero López, M. C. (2016). Aproximación a las ciencias en Educación Infantil a través de la revista "Infancia. Educar de 0 a 6 años". XXVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, (pp. 437-443). Badajoz.

Cantó Domenech, J., de Pro Bueno, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de Educación Infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias, 34*(3), 25-50.

Edwards, K. y Loveridge, J. (2011). The inside story: Looking into early childhood teachers' support of children's scientific learning. *Australian Journal of Early Childhood, 36* (2), 28–35.

Elster, D. (2007). Student interest: the German and Austrian ROSE survey. *Journal of Biological Education, 42* (1), 5-11.

Erden, F. T. y Sönmez, S. (2011). Study of Turkish Preschool Teachers´ attitudes toward science teaching. *International Journal of Science Education, 33* (8), 1149-1168.

Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Edcuation and Technology, 14* (3), 315-336.

García, M. y Domínguez, R. (2011). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial. Propuestas de enseñanza y aprendizaje. Homosapiens ediciones. Santa Fé, Argentina.

Gerde, H. K., Schachter, R. E. y Wasik, B. (2013). Using the scientific method to guide learning: An integrated approach to early childhood curriculum. *Early Childhood Education Journal, 41*, 315–323. doi:10.1007/s10643-013-0579-4.

Ikeda, M. y Zoido, P. (2011). ¿La asistencia a Educación Infantil se traduce en mejores resultados en el aprendizaje escolar? *Pisa. In focus, 1,* 1-4.

Maier, M. F., Greenfield, D. B. y Bulotsky-Shearer, R. J. (2013). Development and validation of a preschool teachers' attitudes and beliefs toward science teaching questionnaire. *Early Childhood Research Quarterly, 28,* 366-378.

Mantzicopoulos, P., Patrick, H. y Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly 23*, 378-394.

Pendergast, E., Lieberman-Betz, R. G. y Vail, C. O. (2017). Attitudes and beliefs of prekindergarten teachers towards science to young children. *Early Childhood Education Journal, 45*, 43-52.

Torquati, J., Cutler, K., Gilkerson, D. y Sarver, S. (2013). Early childhood educators´ perceptions of nature, science and environmental education. *Early Education and Development, 24,* 721-743.

Tu, T. (2006). Preschool science environment: What is available in a preschool classroom? *Early Childhood Education Journal, 33,* 245–251.

Tu, T. y Hsiao, W. (2008). Preschool teacher-child verbal interactions in science teaching. *Electronic Journal of Science Education, 12* (2).

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias, 27* (1), 33-48.

¿Son capaces de utilizar sus conocimientos científicos los futuros maestros y maestras de infantil en un contexto no escolar?

José Cantó Doménech[1], Antonio de Pro Bueno[2] y Jordi Solbes[1]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.
jocando@uv.es

[2]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia

Resumen

Los futuros maestros y maestras de infantil tienen una formación científica que es producto tanto de su paso por el sistema educativo obligatorio, como de las distintas asignaturas, que son propias de nuestra área, y que existen en todos los planes de estudio de grado en la universidad española. A lo largo de su trayectoria, han trabajado tanto conceptos, como diferentes implicaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad. En este trabajo pretendemos analizar como 64 estudiantes del 4º curso del Grado de Maestro/a de Educación Infantil de la Universidad de Valencia utilizan sus conocimientos científicos previos, cuando se les pide dar su opinión sobre un tema controvertido como la energía nuclear. Para ello se ha utilizado un contexto no escolar como es una noticia periodística. Los resultados que se han obtenido, indican que presentan importantes dificultades para utilizar este conocimiento a la hora de expresar sus opiniones en un contexto no profesional.

Palabras clave: Educación Infantil; enseñanza de las ciencias; alfabetización científica

Introducción y justificación

Entre los diferentes objetivos de la formación científica a lo largo tanto de la etapa escolar obligatoria, como de la formación postobligatoria (Bachillerato y Grados Universitarios), nos encontramos con una fundamental y de carácter transversal: que debe ser capaz de contribuir a formar ciudadanos responsables, que puedan tomar decisiones sustanciadas en dicho conocimiento ante distintas cuestiones de carácter científico-social (Eshach, 2006; Worth, 2010).

Si hablamos de la formación científica de los futuros maestros y maestras de educación infantil (EI), estudios previos (Navarrete, 2004) muestran las importantes limitaciones existentes en este alumnado, para utilizar ese conocimiento adquirido por la formación preuniversitaria desde un punto de vista "ciudadano". Por ello, en todos los planes de estudio universitario, aparecen materias de carácter científico con, entre otros, dos objetivos fundamentales: aumentar "el nivel" de dicha formación y presentar recursos y metodologías innovadoras para trabajar las ciencias en EI (Eshach y Fried, 2005; García Barros, 2008; Oliveira, 2010; Cortés et al., 2012; Arias, Alvarez y Alvarez, 2013). Todo ello porque no podemos olvidar que, en esta etapa educativa, la ciencia está presente en las tres áreas en la que se vertebra el currículo oficial (MEC, 2007).

Desde el punto de vista de la investigación nos encontramos que, a pesar de que cada vez existen más trabajos centrados en el alumnado de EI (Martin, 2000; Cantó, Pro y Solbes 2016; Gómez-Montilla y Ruiz-Gallardo, 2016; Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016), también es importante

dirigir la mirada de la investigación hacia la formación inicial de las maestras y maestros de esta etapa educativa, no solo hacia sus conocimientos y cómo se despliegan desde el punto de vista profesional (Moreno et al., 1999; García Barros, 2008; Benarroch, 2012; Cantó, Pro y Solbes 2017), sino también hacia sus creencias, intereses y concepciones fuera de este ámbito, puesto que conocer cómo los futuros maestros y maestras de EI utilizan sus conocimientos científicos en su vida real, son un claro indicador de su nivel de interiorización (Osborne, Simon y Collins, 2003).

En este sentido, el presente trabajo pretende indagar en la capacidad de los futuros maestros y maestras de infantil, para utilizar sus conocimientos científicos en un contexto no escolar un tema de carácter socio-científico como la energía nuclear.

Metodología

El estudio se realizó con 64 estudiantes del Grado de Maestro/a en Educación Infantil de la Universidad de Valencia, durante los cursos académicos 2013-2014 y 2014-2015, como actividad de la asignatura "Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil", obligatoria de 6 créditos, de 4º curso.

La actividad, de una hora y media de duración, consistía en la lectura de un texto periodístico que analizaba las repercusiones del accidente nuclear de Fukushima sobre los Juegos Olímpicos que se van a realizar en el país nipón y en la posterior contestación de un cuestionario abierto que analizaba seis subcompetencias de comunicación lingüística según la categorización realizada por Pro, Pro y Serrano (2017): Identificación de las ideas fundamentales de un texto; Significado de términos; Posicionamiento justificado frente a una afirmación; Localización de contradicciones; Inferencia lejana; y Juicio de valor justificado. El significado y propósito de cada una de ellas se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Significado de cada subcompetencia analizada

SUBCOMPETENCIA	PROPÓSITO
Identificación de las ideas fundamentales de un texto	Se trata de averiguar si el estudiante es capaz de identificar la temática y la describe haciendo uso de sus conocimientos científicos.
Significado de términos	El objetivo es comprobar si el estudiante identifica correctamente el significado de ciertos términos utilizados en el texto.
Posicionamiento justificado frente a una afirmación	Se desea indagar en su opinión (condicionada por la comprensión de una frase) y si, en su respuesta, hace uso de conocimientos científicos presentes o no en el texto.
Localización de contradicciones	Se desea ver si es capaz de utilizar la información presente en el texto –inferencia cercana– para localizar contradicciones.
Inferencia lejana	El objetivo es comprobar si tiene conocimientos sobre la temática, sin necesidad de utilizar la información aportada en los textos.
Juicio de valor justificado	Se trata de estudiar si su opinión y justificación se basa en creencias personales, o bien, hace uso de conocimientos científicos, estén o no presentes en los textos.

Por cuestiones de limitación de espacio, en este trabajo, se presentarán las principales conclusiones referentes a la subcompetencia "Posicionamiento justificado frente a una afirmación". En concreto la afirmación que debían analizar era:

> *"¿Estás de acuerdo con la frase pronunciada por el primer ministro de Japón, Shino Abe, frente a los miembros del Comité Olímpico Internacional en la que afirma que el accidente de*

Fukushima no ha tenido ni tendrá nunca ningún impacto sobre Tokio y, por tanto, sobre los Juegos Olímpicos a celebrar en el 2020? Justifica tu respuesta."

Resultados y discusión

Para analizar las respuestas que nos dieron los alumnos a esta pregunta, se categorizaron las respuestas asignándolas un valor numérico según el grado de uso de conocimientos científicos presentes en sus respuestas. Así se asignó un valor de "0" cuando no exististiera ninguna justificación; "1" cuando dicha justificación estuviera basada únicamente en opiniones personales; "2" en el caso de que la justificación estuviera basada únicamente en conocimientos científicos contenidos en el texto periodístico; y "3" cuando dicha justificación estuviera basada tanto en conocimientos científicos presentes en el texto, como en conocimientos no presentes en el texto.

Los resultados que se obtuvieron a la hora de analizar esta subcompetencia, se presentan en la Figura 1.

En el análisis de esta pregunta, nos encontramos que ningún estudiante no justifica su respuesta. No obstante, encontramos que principalmente, los alumnos justifican sus respuestas atendiendo a sus opiniones personales. Algunas de las respuestas presentes en esta categoría fueron:

> "…En mi opinión las olimpiadas son un negocio y se buscan más los beneficios económicos que los resultados deportivos …" (A5)
>
> "… No hay que olvidar que es el primer ministro y, como buen político, no le interesa la verdad sino el interés que las Olimpiadas sean un éxito económico para Japón y para su proyección internacional que atraiga más inversiones…" (A18).
>
> "…Solo quiere encubrir el accidente y tranquilizar a las personas (…) cuando pasan estas cosas siempre se dice que no hay peligro…" (A34).
>
> "… Las Olimpiadas son un escaparate de Japón hacia el mundo. Como primer ministro no podría decir otra cosa, ¿no?..." (A49)

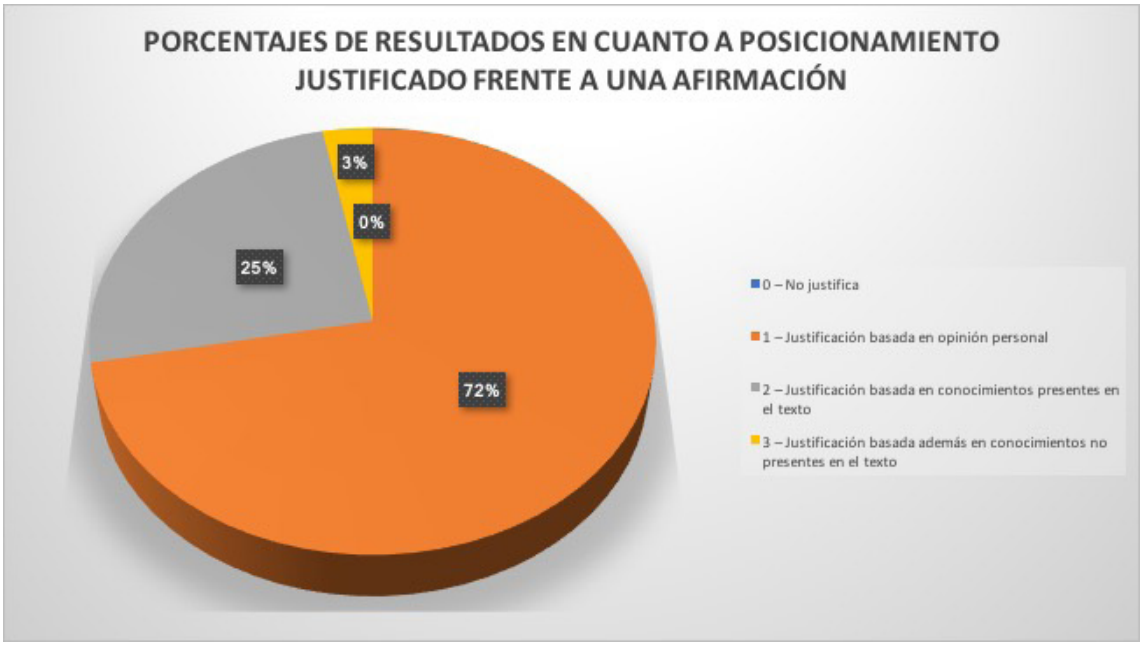


Figura 1. Porcentaje del alumnado según la categorización utilizada en la subcompetencia

No obstante, encontramos que un cuarto de los estudiantes se apoya de los conocimientos científicos presentes en el texto para dar su opinión.

> "…Es curioso que si dice que "ha ordenado que se sellen todas las grietas" quiere decir que había grietas y que el agua contaminada ha llegado al mar y, por tanto, puede llegar a cualquier parte incluida Tokio. …" (A19)

> "…En el texto se dice que la radioactividad alcanzó niveles de record y que el problema no está solucionado, así que no estoy de acuerdo con la afirmación del primer ministro. …" (A50)

Por último encontramos que muy pocos estudiantes (el 3%) hizo uso de sus conocimientos científicos ajenos al texto.

> "… Es completamente falso que un accidente nuclear en Fukushima no tenga impacto en Tokio. La radioactividad no es una cosa que se pueda aislar. Puede viajar por el aire. Cuando ocurrió Chernóbil se detectó radiación en Barcelona…" (A22)

> "… Muchas veces me enfada que quieran tomarnos el pelo. La energía nuclear es muy fácil de hacer, pero tiene graves problemas como los residuos radioactivos que provoca (…) algunos de los cuales pueden seguir siendo radioactivos durante siglos. (…) Hay que tener en cuenta que sería mucho mejor utilizar energías alternativas hasta que se encuentre una manera de obtener energía por la fusión nuclear como ocurre en el Sol (…). Hasta que llegue esto deberíamos ser menos dependientes de la energía nuclear (en nuestro caso importamos energía nuclear producida en Francia)(…) ¿no sería mejor investigar en la eficiencia de las células solares para utilizar la energía solar?…" (A42)

Conclusiones

Mediante este trabajo, hemos obtenido que, a pesar de confirmar que el alumnado sí que tiene conocimientos científicos en cuanto a la energía nuclear (debido, sobre todo, al análisis de otras cuestiones no presentadas en este trabajo por limitación de espacio), cuando se trata de justificar sus ideas o emitir una opinión justificada de una afirmación concreta presente en un contexto no escolar (como es el caso de una noticia periodística), hacen uso más de sus creencias que de los conocimientos adquiridos a lo largo de su paso por la educación obligatoria y postobligatoria. De hecho, cuando se trata de poner en juego este conocimiento, se produce una mezcla de opinión, la información presente en el texto y una serie de tópicos característicos de esta temática.

Este resultado nos debería hacer replantear si se trata únicamente de carencias en la formación científica o, si bien, se debe al hecho de que al futuro maestro le resulta "más cómodo" opinar o afirmar sin más que argumentar o razonar con términos característicos de las Ciencias.

Una de las posibles implicaciones para la Didáctica de las Ciencias en general, y para aquellos que nos dedicamos a la formación inicial de maestros en particular, es que debemos reorientar las materias de grado presentes en los planes de estudio para dotar a nuestros estudiantes no solo de aquellos conocimientos necesarios desde el punto de vista científico adaptado y contextualizado a la EI, sino de que también sepan utilizarlos y relacionarlos en distintos aspectos de su vida cotidiana. Creemos que se trata de un paso necesario (pero no suficiente) ya que, si la ciencia no forma parte de sus vidas, difícilmente podrán utilizarlas en su ámbito profesional.

Referencias bibliográficas

Arias, A., Álvarez, M. y Álvarez, F.J. (2013). Concepciones del profesorado en FI sobre los roles de docentes y discentes en el aprendizaje de las ciencias en EI y EP. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (pp.194-201). Girona: *Revista Ens.Cien*. (núm. extra).

Benarroch, A. (2012). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas educativas de Infantil y Primaria. XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 32-52). Baeza: Ser. Pub. Univ. Jaén.

Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A., Solbes, J., (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, *34* (3), pp. 25-50.

Cantó Doménech J., de Pro Bueno A., Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14* (3), 666-688. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19515

Cortés, A.L., Gándara, M., Calvo, J.M., Martínez, M.B., Ibarra, J., Arlegui, J., Gil, M.J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *30* (3),155-176.

Eshach, H. (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools*. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-4674-X

Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology, 14* (3), 315-336.

García Barros, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. XXIII Encuentros de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 248-255). Almería: Universidad de Almería.

Gómez-Montilla, C.; Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13* (3), 643–666.

Martin, D. J. (2000). *Constructing early childhood science*. Albany, NY: Delmar..

MEC (2007). REAL DECRETO 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación infantil. (BOE nº4, 4 de enero de 2007, pp. 474-482).

Moreno, E., Martín, M., Carrasco, M. J., Vélez, J. E. (1999). La formación inicial de las profesoras y profesores de educación infantil: Respondiendo a sus necesidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado*, *2*(2).

Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The Practice of Using Evidence in Kindergarten: The Role of Purposeful Observation. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(8), 1232-1258. https://doi.org/10.1002/tea.21259

Navarrete, A. (2004). *Obstáculos y dificultades en la evolución de las estructuras conceptuales y epistemológicas de los futuros maestros: Un estudio de casos sobre el fenómeno de las estaciones.* Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.

Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 422–453.

Osborne, J., Simon, S. y Colins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25*, 1049–1079.

Pro Chereguini, C., Pro Bueno, A. y Serrano Pastor, F. (2017). ¿Saben los maestros en formación qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, *35*(3), 7-28. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2205.

Worth, K. (2010). Science in early childhood classrooms: Content and process. In Early Childhood Research and Practice, Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference (Vol. 10).

¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza en el Grado de Educación Infantil?

Carlos de Pro Chereguini[1], Antonio de Pro Bueno[1] y Javier Rodríguez Moreno[2]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia. [2]Departamento de Pedagogía. Universidad de Jaén

cpro@um.es

Resumen

En las Prácticas de Enseñanza el alumno recibe una formación que afecta a su desarrollo profesional. El trabajo tiene como objetivo indagar en la percepción que tienen los estudiantes del papel de la enseñanza de las Ciencias en las aulas y centros de Educación infantil (EI). Para ello, hemos pasado un cuestionario a 42 futuros maestros del Grado de Infantil y sus respuestas nos han permitido conocer mejor lo que se hace y lo que se omite en esta etapa educativa.

Palabras clave: educación infantil; enseñanza de las ciencias; formación inicial de maestros; percepciones del aula; prácticas escolares.

Planteamiento del trabajo

Dijimos en otros trabajos (Pro y Nortes, 2016) que, en el Grado de Educación Infantil, las Prácticas de Enseñanza (PdE) son las materias que visibilizan mejor las competencias profesionales de los docentes de esta etapa educativa. Sin duda, aporta conocimientos que no se pueden impartir de otra manera, pero, además, pensamos que debería existir un vínculo mayor con las demás materias del título. De hecho, si lo hacemos de forma adecuada, podemos contextualizar, dar sentido o aplicar muchos contenidos que trabajamos en nuestras clases de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE).

Tienen un desarrollo distinto al de las otras asignaturas: se realizan en aulas y centros de Educación Infantil (fuera de la universidad), participan profesores de diferentes niveles educativos y lo que, desde nuestra perspectiva, es más importante: suele ser una asignatura idealizada por la mayoría de los estudiantes. Si lo analizamos detenidamente, este hecho aporta otra singularidad, ya que, dada la heterogeneidad de los tutores implicados y de los planes de trabajo de cada situación, hace que ningún alumno reciba la misma materia. Sin embargo, en diferentes contextos y con diferentes actores, se valoran casi de la misma manera. Precisamente esta idealización debería tenerse en cuenta más de lo que habitualmente parece que nos preocupa.

Sobre las PdE se han realizado aportaciones en la DCE (entre otros, Bonil, Márquez, Ribas y Guasch, 2008; Escobar y Vilches, 2008; Castellfort y Sanmartí, 2012; Pro y Nortes, 2016; Cantó, Pro y Solbes, 2017). Sin embargo, creemos que, en nuestro sistema educativo, todavía se echan en falta más contribuciones que nos permitan conocer qué está aportando realmente en la formación inicial de los maestros y qué repercusiones podríamos aprovechar en la DCE.

Evidentemente, durante el periodo de Prácticas, los futuros maestros adquieren una visión del papel que juega la enseñanza de las Ciencias en esta etapa educativa. Perciben qué contenidos se imparten, cómo se enseñan, con qué materiales y recursos, qué importancia se les da Esta percepción condiciona su formación inicial y, lo que es más importante, su desarrollo profesional (Marcelo, 2009). Por ello, nos hemos planteado: *¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza que realizan en el Grado de Educación Infantil?*

Metodología

Los participantes fueron los alumnos de 3º del Grado de Educación Infantil (GdeEI), los 42 matriculados en "Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I", primera asignatura de DCE de la titulación (sus materiales están en https://aulavirtual.um.es/x/ pEmI3h). Todos habían completado las prácticas de los tres primeros cursos (6 créditos ECTS en 1º, 8 créditos en 2º y 15 en 3º).

En el Practicum III (PE-III) cada estudiante tenía una doble tutoría: un profesor de la universidad y un maestro. La realizaron en un aula de 2º ciclo de Educación Infantil. Su horario era el mismo que el de un maestro con dedicación exclusiva, incluyendo el recreo y las actividades extraescolares que se organizasen en el centro escolar.

Tras finalizar PE-III, y coincidiendo con el comienzo de la asignatura, nos propusimos a averiguar con un cuestionario (Tabla 1) cuáles eran sus percepciones sobre la enseñanza de las ciencias en las aulas de infantil donde habían cursado su reciente período de prácticas, centrándonos en elementos centrales del currículum (contenidos, actividades, recursos, evaluación) y en la dependencia del género (motivación y dificultad aprender), variable en la que estamos muy interesados.

Tabla 1. Ítems del cuestionario

IT1	¿Qué edades tenían los alumnos con los que has trabajado?
IT2	¿Qué contenidos de Ciencias se trabajaron en tus prácticas? Cita 5 y especifica con qué edades.
IT3	¿Cómo valorarías globalmente el tipo de contenidos de Ciencias que se trabajó?
IT4	¿Qué tipo de actividades de Ciencias se realizaron en clase? Cita todas las que recuerdes.
IT5	¿Crees que han sido motivadoras estas actividades para los alumnos? ¿Por qué?
IT6	¿Qué recursos o materiales has utilizado para las clases de Ciencias?
IT7	¿Cómo se evaluaba el aprendizaje de las Ciencias?
IT8	¿Quiénes han mostrado mayor interés en las clases de Ciencias, los niños o las niñas? ¿A qué crees que es debido?
IT9	¿Quiénes han presentado mayor dificultad para aprender Ciencias, los niños o las niñas? ¿A qué crees que es debido?

Resultados

Mantenemos los interrogantes del cuestionario en la descripción de los resultados.

IT1 - ¿Qué edades tenían los niños y niñas con los que has trabajado?

La mayoría trabajó en un nivel (3, 4 o 5 años). No obstante, 7/42 trabajaron en dos y tres distintos. Los motivos fueron varios: el maestro tutor entraba en varias aulas, había escolares que cumplían años durante el curso, facilidades para visitar otras aulas en algún momento

IT2 - ¿Qué contenidos de Ciencias se trabajaron en tus prácticas? (citar 5 y especificar con qué edades)

Los contenidos de ciencias que identificaron fueron muy variados y casi la totalidad (93%) especificó las edades de los escolares con los que habían trabajado. Algo menos del 20% (8/42) cumplieron con la condición de citar un mínimo de cinco contenidos. En la Figura 1, se recogen los contenidos trabajados en PE-III, por temáticas.

CUERPO HUMANO	
Contenido	**Nº de alumnos**
El cuerpo humano: órganos y aparatos	9
Expresión corporal	1

ANIMALES	
Contenido	**Nº de alumnos**
Animales: características y diferencias	18
Animales en peligro de extinción	3
Animales salvajes	3
Los dinosaurios y su alimentación	3
Animales de granja	2
Animales de Egipto	2
Animales del circo	1
Los insectos	1
Cuidado y respeto de los animales	1
Animales del zoo	1
El bisonte	1
Extinción de los dinosaurios	1
Fósiles	1

EL CUIDADO PERSONAL Y LA SALUD	
Contenido	**Nº de alumnos**
Hábitos de higiene	18
Hábitos de alimentación saludable	8
Descanso y relajación	2
Valoración de los factores de riesgo	1

PLANTAS	
Contenido	**Nº de alumnos**
Germinación de plantas	6
Las plantas	4
Plantas aromáticas	3
El huerto	2
Los árboles	1
Plantas de la selva	1
Plantas de Egipto	1

MEDIO FÍSICO: ELEMENTOS, RELACIONES Y MEDIDAS	
Contenido	**Nº de alumnos**
Construcciones de Egipto	2
Los transportes	2
Propiedades y comportamiento de los objetos (flotar, botar y rodar)	1
Cualidades y objetos de los materiales (color y forma)	1
El magnetismo	1
Utilización de un microscopio	1

ALIMENTACIÓN	
Contenido	**Nº de alumnos**
Alimentación	12
Los alimentos	3
Las tiendas de alimentación	3
Gastronomía de la Región de Murcia	1
Alimentación de los americanos	1

ACERCAMIENTO A LA NATURALEZA	
Contenido	**Nº de alumnos**
Los volcanes	3
Cambio climático	3
La conservación del medio	2
El ciclo del agua	2
Repoblación de la fauna y la flora	1
El día y la noche	1
El tiempo atmosférico	1
La contaminación	1
Especies del Mar Menor	1

OTROS	
Contenido	**Nº de alumnos que lo trabaja**
Los científicos	2
"Vocabulario científico"	1
Normas de clase y relaciones sociales	1
Matemáticas	1

Figura 1. Temáticas trabajadas durante las PdE

Como puede verse, las que tienen una presencia mayor del 10% de los participantes fueron (por orden de frecuencias): Hábitos de higiene; Animales: características y diferencias; Alimentación; El cuerpo humano: órganos y aparatos; Hábitos de alimentación saludable; Germinación de las plantas; y Las plantas. Hay temáticas poco novedosas y algunas de difícil justificación.

IT3 - ¿Cómo valorarías globalmente el tipo de contenidos de Ciencias que se trabajaron?

En general, valoraron positivamente –el 60%– la presencia de los contenidos de Ciencias en las aulas de EI; pero un 34% lo hizo negativamente.

La manera de justificarlo fue diversa. Varios los consideran: buenos, adaptados a la edad, adecuados, importantes, completos, bien planteados, útiles para la vida cotidiana, de fácil comprensión, ajustados al currículum de EI y trabajados de forma lúdica y activa. Entre las valoraciones negativas, se mencionaron la forma de trabajar los contenidos (no su elección): poca presencia, poco manipulativos, mal planteados o inadecuados.

IT4 - ¿Qué tipo de actividades de Ciencias se realizaron en clase? Cita las que recuerdes.

El número de actividades realizadas en las clases de EI, durante el periodo de PdE, oscila de una a ocho; entre 2 y 3, se agrupa el 60% de los participantes. Sólo un 21% de los alumnos (9/42)

realizaron un mínimo de cuatro actividades de Ciencias, lo que supone un número escaso. Se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades que, según el alumnado, habían sido trabajadas en PE-III

Actividad	Nº de alumnos	Actividad	Nº de alumnos
Plantar lentejas o semillas en huerto	14	Formulación de hipótesis	2
Clasificación (animales)	11	Reciclaje en la vida cotidiana	2
Canciones y poesía	9	Clasificación (alimentos saludables)	2
Limpiarse con toallitas o aseo personal	7	Psicomotricidad (cuerpo humano)	2
Realización de fichas	7	Identificación (plantas)	1
Audiovisuales (vídeos y Power Point)	6	Identificación (alimentos)	1
Juego	5	Periódico de hábitos saludables	1
Experimentación	5	Memorizar	1
Día de la fruta	5	Ubicación geográfica animales en mapa	1
Identificación (animales)	4	Ordenación de secuencia (plantas)	1
Construcción de maquetas y puzles	4	Observación con microscopio	1
Asamblea	3	Día mundial del gato	1
Taller	3	Influencia hombre en cambio climático	1
Creación de un mural	3	Cuentos	1
Representación de roles	3	Conocer animales	1
Identificación (partes cuerpo humano)	2	Conocer hábitos de higiene	1
		Dinámica vivencial con animales (fósiles, huesos y plumas)	1

Parece que “Plantar lenteja o semillas” y “clasificar animales” son las actividades más utilizadas. También tienen una presencia importante algunas de higiene. Y luego aparecen otras que no son específicas de las Ciencias (“Canciones”, “Audiovisuales”, “Realización de fichas”,…).

IT5 - ¿Crees que han sido motivadoras estas actividades para los alumnos? ¿Por qué?

Los alumnos consideraron mayoritariamente (83%) que las actividades de Ciencias fueron motivadoras; sólo un 14% las valoran como desmotivadoras.

Los testimonios en los que se apoyaron fueron que los niños aprendían haciendo, disfrutaban, experimentaban, despertaban su curiosidad, trabajaban globalmente, etc.; y porque las actividades eran creativas e innovadoras, cercanas, dinámicas y lúdicas, manipulativas, formativas y estaban bien preparadas. Resultan un poco contradictorias con la “pasividad” que llevan asociadas algunas mencionadas en la cuestión anterior.

En cambio, los alumnos (6/42) que indicaron que no fueron motivadoras lo justificaron por el mal planteamiento metodológico: solo hacían fichas, no despertaban la curiosidad en los niños, eran poco manipulativas, no “aprendían haciendo o solo memorizaban”. Este hecho, si es cierto, resulta preocupante para aquellos que tienen su primera experiencia profesional.

IT6 - ¿Qué recursos o materiales has utilizado para las clases de Ciencias?

El alumnado respondió de manera variada, algo que se intuía. Entre 2 y 4 recursos, están dos tercios de los participantes. En la Tabla 3, recogemos los resultados.

Tabla 3. Tipos de recursos y materiales utilizados en las clases de Ciencias

Tipos de recursos	Nº de alumnos
Imagen y sonido (imágenes, fotografías, murales, vídeos, pictogramas, mapas, canciones, pizarra digital, poesía, ordenador, Power Point,)	40
Material fungible (cartulina, plastilina, arcilla, pegamento, goma Eva, ceras, pinturas, rotuladores, tizas, gomets, toallitas, palos, algodón,…)	32
Utensilios, herramientas e instrumentos (palas, regaderas, guantes, tijeras, pinceles, cinta métrica, microscopio,)	16
Juegos y juguetes (de elaboración propia, marionetas, puzles, planetario)	13
Lectura y escritura (fichas, libros, cuentos y periódicos)	14
Objetos naturales (imanes, fósiles, minerales y sales)	5
Alimentos (fruta y pasta)	3
Animal (lechón)	1

IT7 - ¿Cómo se evaluaba el aprendizaje de las Ciencias?

Prácticamente en todas las aulas de infantil se evaluó el aprendizaje de las Ciencias de la misma manera que los aprendizajes de otras materias. Sólo cuatro quedaron al margen: una que no contestó y tres que dijeron que no evaluaron estos contenidos.

Algunos indicaron más de una opción. Globalmente, concluyeron que: un 69% usaron la observación, un 31% con preguntas, 21% con fichas y un 14% con hojas de registro.

IT8 - ¿Quiénes han mostrado mayor interés en las clases de Ciencias, los niños o las niñas? ¿A qué crees que es debido?

Casi el 70% de alumnos (29/42) concluye que el interés no depende del sexo; en los demás casos, hay un equilibrio entre las respuestas (el 12% en favor de cada colectivo).

No todos los que responden “niños y niñas por igual” justifican su respuesta, un 45% (13/29) no lo hacen. Entre los que lo hacen, dicen que depende de cómo se presentan los contenidos, de los problemas de aprendizaje o de su motivación e interés.

Todos los que se posicionan en “niños” o “niñas” explican su respuesta. Entre los primeros se refieren a contenidos “porque los animales les llama más la atención”. En los segundos señalan que maduran antes, son más cuidadosas, responsables y curiosas. Los tres que “no lo saben” aclaran que “no se fijaron”.

IT9 - ¿Quiénes han presentado mayor dificultad para aprender Ciencias, los niños o las niñas? ¿A qué crees que es debido?

Algo más del 70% argumenta que ambos sexos por igual. Igual que en el ítem anterior, no todos los alumnos lo justifican, 7/30 no lo hacen. Entre las justificaciones un 37% dice que es por problemas de aprendizaje y un 27% que no tienen dificultad.

Por otra parte, los que se posicionan en “niños” lo justifican por: problemas de aprendizaje de los escolares, la atención y el interés, el tipo de contenidos o el grado de maduración más tardío que las niñas. Entre los que “no lo saben”, dos señalan que depende de problemas de aprendizaje.

Conclusiones

El hecho de valorar la percepción que los futuros maestros de EI tienen de la enseñanza de las Ciencias en esta etapa educativa no tiene por qué ser fiel a la realidad. Por lo tanto, la información recogida de los estudiantes puede aportarnos una visión distorsionada por múltiples motivos: carencias formativas, limitaciones en la observación, desinterés, etc. Pero lo cierto es que son sus percepciones y, como tal, las vamos a tratar.

Pero lo cierto es que no aparecen contenidos novedosos: las temáticas que más se trabajan son los "Animales" y algo menos, pero con una presencia importante está "El cuidado personal y la salud". Sin embargo, una parte importante de los participantes los valora positivamente. ¿Qué criterios les estamos aportando en las materias de DCE para que los consideren globalmente válidos?

A nivel de actividades tampoco resultan innovadoras. Llama la atención que los pocos que se han mostrado críticos con lo percibido hablen de opciones que están muy asociadas a la pasividad. Desde luego, nuestra experiencia como tutor de Prácticas no es ésta. ¿Cómo puede existir esta disparidad entre aulas y centros tan próximos?

En cuanto a la evaluación resulta paradójico que no encuentren diferencias con la que se realiza en otras materias. Si estos procesos están mediatizados por el contenido objeto del aprendizaje, ¿no sería lógico que las ciencias tuvieran unas estrategias diferenciadas de otros ámbitos del conocimiento?

Hay que seguir indagando en esta materia fundamental, sobre todo, para reflexionar sobre lo que estamos haciendo en la DCE.

Referencias bibliográficas

Bonil, J., Márquez, C., Ribas, T. y Guasch, O. (2008). Una experiencia de trabajo interdisciplinar en la formación inicial de maestros. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.384-390). Almería: U. Almería.

Castellfort, A. y Sanmartí, N. (2012). Diseño, aplicación y evaluación de intervenciones en el ámbito de la experimentación en el marco del Practicum II de EI (0-3 años). *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1031-1041). Santiago: Serv. Publ. Univ.

Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(3), 25-50. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870

Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2008). Percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum sobre las clases reales de Ciencias de Educación Primaria. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.583-592). Almería: U. Almería.

Marcelo, C. (2009). Los comienzos en la docencia: un profesorado con buenos principios. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, *13*(1), 1-26.

Pro, A. y Nortes, R. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de Diplomatura de Maestro de Educación Primaria sobre sus clases de Ciencias de sus Prácticas de Enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias 34*(1), 7-32. DOI: http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias. 1762

Línea 3.

Investigación en la enseñanza de las ciencias

Línea 3. *Investigación* en la enseñanza de las ciencias

Comunicaciones

Enseñanza de la división celular: ¿Qué estamos haciendo desde la Didáctica de las Ciencias?

Tamara Esquivel Martín, Beatriz Bravo Torija y José Manuel Pérez Martín

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad Autónoma de Madrid

tamara.esquivel@estudiante.uam.es

Resumen

La división celular (DC) es un contenido esencial en los currículos de ciencias desde la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Este trabajo pretende analizar cómo ha sido su enseñanza y aprendizaje (E-A) desde el 2000 en revistas relevantes de Didáctica de Ciencias Experimentales (DCE) a nivel nacional e internacional. Los resultados muestran que, actualmente, las investigaciones de mayor interés para docentes de ESO y Bachillerato, como las propuestas de aula, o las actividades de modelización, no coinciden con las que predominan en las revistas de más impacto: progresiones de aprendizaje (PA) o estudios sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC). Además, las ideas previas del alumnado no han variado prácticamente desde principios de siglo. Con todo, consideramos necesarias mejoras en la alfabetización científica de la sociedad y en la formación docente.

Palabras clave: división celular; impacto científico; temáticas

Introducción

La E-A de la célula ha sido objeto reiterado de investigación en DCE en las dos últimas décadas (Rodríguez Palmero, 2000; Quintero & Galagovsky, 2017). Sin embargo, hay pocos estudios centrados en su división (Pérez Martín & Aquilino, 2015), a pesar de ser el eje vertebrador para la comprensión de procesos de gran interés para la población actual (problemas reproductivos, cáncer, etc.). Así, la enseñanza de la DC, y concretamente de los procesos mitótico y meiótico, se convierte en un elemento clave en la alfabetización científica, en tanto que explica la herencia de caracteres, la proliferación linfocitaria durante la respuesta inmune, o la formación de tumores cuando se pierde su control. Su aprendizaje entraña múltiples dificultades por la naturaleza abstracta y compleja de los conceptos, lo que hace que se pierda el sentido biológico real de los fenómenos y la conexión entre ellos, por ejemplo: herencia, reproducción sexual en general, y meiosis en particular. Además, su comprensión requiere que los alumnos se muevan ente distintos niveles de organización biológica, desde el molecular-celular, hasta el de organismo y población. Todo ello dificulta su transposición al aula (Knippels, Waarlo & Boersma, 2005). A lo anterior se suma una separación entre los contenidos en el currículum y en los libros de texto. Así, herencia, reproducción o meiosis suelen tratarse en unidades didácticas independientes, lo que lleva a la compartimentalización de dichos procesos por parte del alumnado. Asimismo, otros estudios demuestran que las concepciones alternativas sobre la genética y la DC han persistido a lo largo del tiempo en los estudiantes (Lewis, Leach & Wood-Robinson, 2000; Ruiz-González, Banet & López-Banet, 2017).

Por otro lado, diversos estudios sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de los profesores, ponen de manifiesto la falta de dominio sobre el tema (Pérez Martín & Aquilino, 2017) y

de competencias profesionales para el diseño de acciones docentes que permitan a los alumnos preguntar y preguntarse sobre ello (Rossi, González & Lorenzo, 2009).

En este contexto, nuestro objetivo fue examinar qué tipo de estudios se han realizado, considerando: a) a qué cursos se dirigían; b) cual era la temática utilizada; y c) cómo era su evolución a lo largo del tiempo. Con los resultados obtenidos se espera detectar qué temas han sido los más trabajados, desde qué enfoque o perspectiva se han abordado, y qué errores o dificultades se han manifestado, dado que esta información nos ayudará a poder diseñar e implementar actividades en las aulas que suplan las deficiencias encontradas en la literatura analizada.

Metodología del análisis documental

Se realiza una revisión bibliográfica de los artículos sobre la E-A de las divisiones celulares en revistas de DCE nacionales o internacionales entre los años 2000 y 2017 (Tabla 1). Se consideraron relevantes aquellas que tienen o han tenido índice de impacto en *Journal Citation Reports* (JCR), así como las principales revistas españolas en DCE, aunque no presenten impacto en JCR.

Tabla 1. Revistas relevantes de DCE consultadas

Impacto JCR	- Enseñanza de las Ciencias - *International Journal of Science and Mathematics Education* - *International Journal of Science Education* - *Journal of Biological Education* - *Journal of Research in Science Teaching* - *Journal of Science Education and Technology* - *Research in Science Education* - *Science Education* - *Scientific Research and Essay* - *The American Biology Teacher*
Sin impacto JCR	- Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales - Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales - Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias - Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*

* La Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, está indexada en Scopus (SJR).

En cada una de ellas, se procedió a la búsqueda individual de las palabras "*genetics/genética*", "*mitosis*", "*meiosis*" y "*cell division/división celular*". En total se recopilaron 63 artículos que fueron codificados (Anexo), utilizando los siguientes descriptores:

1. **Título**. Presencia de las palabras: "*cell division/división celular*", "*mitosis*" o "*meiosis*".
2. **Nivel Educativo**. Se clasificó en dos categorías: a) ESO y Bachillerato y b) Educación superior (grado y postgrado).
3. **Temática**. Se han seleccionado investigaciones centradas en: a) el proceso de enseñanza (estudios de ideas previas, propuestas de modelización, actividades de aplicación del conocimiento y análisis del CDC por parte de los docentes); y b) el proceso de aprendizaje de la genética y la DC, como son las progresiones de aprendizaje. Por tanto, al no existir

estudios similares anteriores, se establecieron *de novo* cinco categorías: modelización, ideas previas, análisis del CDC, actividades y PA.

4. **Año de publicación**.
5. **Factor de impacto** JCR de la revista en el año de publicación del artículo, y variables derivadas como los cuartiles.

Para valorar los aspectos que relacionan estas variables, procedimos a realizar análisis descriptivos e inferenciales (correlaciones, χ^2) empleando Microsoft Excel™ 2016 (EE.UU) e IBM® SPSS® Statistics 23 2015 (EE.UU).

Resultados

El análisis estadístico descriptivo de la muestra reveló que solo el 30% de los artículos contienen las palabras "*mitosis*", "*meiosis*" y/o "*cell division*" en el título. En cuanto al nivel educativo, predomina la etapa de ESO y Bachillerato (61,9%). El 36,5% de los trabajos se centran en niveles educativos superiores. Además, existe un artículo mixto con muestra de ambos tipos (A16, Anexo). Por su parte, el orden de prevalencia de las temáticas en la muestra es: ideas previas, actividades, modelización, análisis del CDC y PA (Figura 1A).

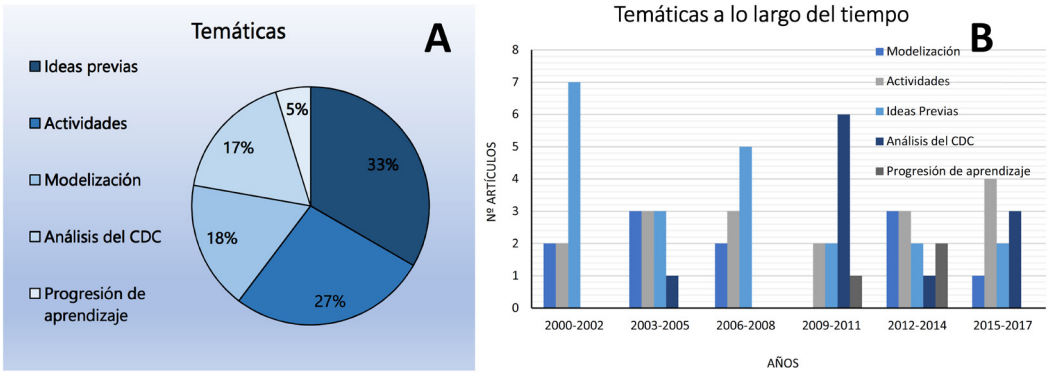


Figura 1. Temáticas identificadas en los artículos analizados (A). Evolución de las temáticas tratadas en los artículos por trienios (B)

En cuanto al análisis de la evolución de las temáticas a lo largo del tiempo (Figura 1B), al comienzo, predominaban las investigaciones sobre las ideas previas del alumnado. En este sentido y tras nuestra revisión, hemos observado que muchas de las concepciones alternativas que ya se mencionaban a principios de siglo se siguen detectando en los alumnos de secundaria (desconocimiento de existencia de cromosomas en otras especies o de cómo varía el número de cromosomas a lo largo del ciclo celular; confusión entre los procesos mitótico y meiótico, o entre las estructuras celulares animales y vegetales implicadas). Por su parte, las PA surgieron más recientemente (2009). En el caso de la modelización, fue frecuente a principios de siglo y actualmente, mientras que el análisis del CDC predominó en el período 2009-11. Respecto a este último, su primera aparición fue en 2005, siendo actualmente la segunda temática con más publicaciones. Por último, las actividades se han ido proponiendo de forma constante a lo largo del tiempo, aunque su frecuencia ha aumentado en los últimos trienios.

Si enfrentamos los años de publicación al impacto de los artículos en las diferentes revistas, podemos señalar que el 68,3 % de las publicaciones tienen impacto bajo (Q4) o nulo, y solo el 22,2 % tienen impacto elevado (Q1 y Q2). Además, observamos que en el último trienio hay más publicaciones en relación con la DC en revistas de DCE que no se encuentran indexadas en JCR

(Tabla 2). En dichas revistas, se manifiesta, por tanto, un aumento del interés por las divisiones celulares y las dificultades de enseñanza-aprendizaje que presentan (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencias absolutas de publicaciones por trienios desde 2000 distribuidas por impacto

Cuartiles	Trienios						Total
	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	
Q1 JCR	1	0	0	1	2	1	5
Q2 JCR	2	3	0	2	0	2	9
Q3 JCR	0	1	1	2	2	0	6
Q4 JCR	7	3	6	4	5	1	26
Sin indexar en JCR	1	3	3	2	2	6	17
Total	11	10	10	11	11	10	63

Por otro lado, los datos analizados muestran una correlación significativa (r de Pearson = -0,376, p≤0,05) entre el cuartil (Q) en JCR de las revistas en el año en que se publicaron y las temáticas. Estos resultados están en consonancia con que la distribución de las temáticas no es homogénea entre los diferentes niveles de impacto (cuartiles) (χ^2, p≤0,05). Así, el 60% de las publicaciones en las revistas de mayor impacto (Q1) tratan las PA y análisis del CDC, sin que aparezcan publicaciones sobre modelización. En cambio, la modelización y las actividades son las temáticas mayoritarias en las revistas de Q4 y sin impacto en JCR (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de temáticas asociado a los distintos cuartiles de impacto de las revistas

Temática	Cuartiles				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Sin indexar en JCR
Modelización	0	0	17	31	12
Actividades y recursos digitales	20	33	0	23	41
Ideas Previas	20	33	50	31	35
Análisis del CDC	20	33	17	15	12
Progresión de aprendizaje	40	0	17	0	0
Total	100	100	100	100	100

Discusión y conclusiones

En este apartado, en primer lugar, se discuten los resultados obtenidos en torno al título y nivel educativo al que se dirigen las publicaciones, luego las temáticas implicadas en los estudios de división celular, para continuar con cómo ha sido su evolución a lo largo del tiempo, detectando posibles deficiencias, y haciendo propuestas de mejora.

Así, en las búsquedas realizadas en este estudio, sólo el 30% de las publicaciones explicitaban la división celular en el título, lo que supone que los interesados pudieran obviar el 70% restante.

En relación con el nivel educativo en el que se centran la mayoría de las propuestas, ESO y Bachillerato, es consecuente con los contenidos curriculares de ambas etapas donde, salvo en 2º de ESO, se abordan aspectos relacionados con la división y ciclo celular. No obstante, es opor-

tuna la revisión que se hace del estado de la cuestión en niveles superiores, pues se han detectado dificultades de aprendizaje también en universitarios y profesores (Pérez Martín & Aquilino, 2017).

Sobre las temáticas de investigación educativa, los estudios de ideas previas han ido disminuyendo, dando paso al resto, pero muchas concepciones han persistido a pesar de los numerosos artículos que tratan el tema. Por ello, creemos que sería relevante profundizar en las razones por las cuales las propuestas publicadas no están funcionando. Algunas presentan dificultades de ejecución, por falta de tiempo o de recursos como hemos observado entre los distintos estudios. También consideramos que existen otras con un nivel de profundización bajo o que siguen sin solventar problemas como el reconocimiento de imágenes microscópicas reales, ya que se apoyan en ilustraciones arquetípicas de libros de texto (Pérez Martín & Aquilino, 2015). Esto se ve en algunos estudios sobre modelización y dramatización (Clark & Mathis, 2000), lo que puede contribuir a su percepción como intrascendentes en la formación de los alumnos. No obstante, valoramos positivamente la contribución de los estudios de modelización a la mejora del aprendizaje de los contenidos más básicos del proceso de DC, otorgándole dinamismo en contra de la presentación tradicional estática de este. Asimismo, destacamos la variedad de actividades propuestas, que persiguen el desarrollo de la competencia científica del alumnado con estrategias variadas (aprendizaje basado en problemas, cooperativo, etc.).

Además, los resultados muestran que las publicaciones de mayor interés para los docentes (actividades y modelización) no son las que tienen más impacto científico (PA y análisis del CDC), lo que podría llevar a que consideren que no se les está proporcionando información útil (Murillo & Perines, 2017). En esta línea, las revistas de mayor impacto JCR (Q1) publican en inglés, lo cual puede frenar también su consulta por algunos docentes.

Por todo lo expuesto, consideramos necesarios cambios educativos que promuevan la alfabetización científica de toda la sociedad, y se preocupen por hacer llegar estas investigaciones a los docentes encargados de implementarlas; quienes, además, precisan una mejora en su formación. Esto evitaría que sean otro origen de errores conceptuales en los estudiantes. Nos encontramos ante un campo ideal para el desarrollo de futuras investigaciones para la mejora del pensamiento científico, a través de la enseñanza de las divisiones celulares en contextos de problemas reales y cercanos al alumnado.

Referencias bibliográficas

Clark, D. C., & Mathis, P. M. (2000). Modeling mitosis & meiosis: a problem-solving activity. *The American Biology Teacher, 62*(3), 204-206.

Knippels, M.C.P., Waarlo, A.J., & Boersma, K.T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education, 39*(3), 108-112. https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655976

Lewis J., Leach J., & Wood Robinson C. (2000). Chromosomes: the missing link – people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Educatio*n, *34*, 189-199. https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655717

Murillo, F. J., & Perines, H. (2017). Cómo los docentes no universitarios perciben la investigación educativa. *Revista Complutense de Educación, 28*(1), 81-99. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.48800

Pérez Martín, J.M., & Aquilino, M. (2015). Nuevas estrategias en la enseñanza de la mitosis. En M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz, A. Brandi Fernández (Eds.), *III Jornadas sobre investigación y didáctica en ESO y Bachillerato*, (pp.199-210). Madrid, España: Editorial Santillana. Recuperado de http://bit.ly/2FxSGsd

Pérez Martín, J.M., & Aquilino, M. (2017). Conocimiento del ciclo celular en docentes de ciencias. En M. González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz, A. Brandi Fernández (Eds.), *IV Jornadas sobre*

investigación y didáctica en ESO y Bachillerato, (pp. 403-412). Madrid, España: Editorial Santillana. Recuperado de http://bit.ly/2HbMDXB

Quintero, N., & Galagovsky, L. (2017). La célula modelizada: una reflexión necesaria en el ámbito de la enseñanza. *Química Viva, 16*(2), 41-63. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86352507006

Rodríguez Palmero, M.L. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigaçoes em Encino de Ciencias, 5*(3), 237-263. Recuperado de http://bit.ly/2FiYA18

Rossi, A., González, N., & Lorenzo, M. (2009). De la formación al ejercicio: la construcción del CDC de los profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 718-722. Recuperado de http://bit.ly/2oVUdy7

Ruiz González, C., Banet, E., & López Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(3), 550-569. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.04

Anexo

Enlace para ver los artículos analizados: http://bit.ly/2I6HNMB

Resignificación de la enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud: una propuesta de reestructuración educativa

Liliana del Valle Ortigoza[1], Héctor Santiago Odetti[2] y Juan José Llovera-González[3]

[1] Departamento de Física. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral, Argentina. liliortigoza@gmail.com. [2] Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral, Argentina.[3] Departamento de Física. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" Cujae, Cuba.

Resumen:

En ciencias de la salud la disciplina física sirve de base para distintas asignaturas, por lo que la selección, orientación de contenidos y metodología educativa deben contemplar la carrera donde se inserta. Enmarcado en la tercera generación de la Teoría de la Actividad, siguiendo el modelo de reestructuración educativa, se analizaron una encuesta y entrevistas en profundidad, realizadas a docentes y alumnos avanzados de la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN), en relación a contenidos de física y su importancia. Surgieron como categorías de análisis: recuperación de contenidos disciplinares; importancia; fundamentos. A partir de los resultados obtenidos, considerando la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en ciencias de la educación, se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de física de LN, con eje en la conservación de la energía.

Palabras clave: Enseñanza de física; reestructuración educativa; categorías de análisis; conservación de la energía.

Introducción

Pensando en la Educación Superior desde una perspectiva integral y en el actual modelo de desarrollo que incluye aspectos como la masividad y la globalización, se requiere que las universidades propicien la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con el desarrollo de la sociedad en la cual se insertan, promoviendo una ciudadanía democrática con conocimientos sobre la responsabilidad social de las ciencias (López Velásquez y cols., 2010).

Adhiriendo con Fariñas León (2004) se entiende la complejidad del proceso educativo como un modelo interdisciplinario que debe ser pacientemente reflexionado, teorizado y construido a partir de las experiencias de la práctica y de la investigación, a fin de lograr un modelo integral que posibilite el desarrollo de la educación.

Desde lo expuesto en los párrafos precedentes, se comprende que una investigación educativa teniendo como objeto de estudio las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje de Física en la carrera de LN, con eje de enseñanza en la conservación de la energía, permitirá contribuir al proceso educativo. La investigación que se presenta forma parte del trabajo de tesis de la investigadora, para la carrera de Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales, UNL, Santa Fe, Argentina, en proceso de escritura.

Duit (2006), sobre la base de las ideas de Shulman acerca de conocimiento pedagógico del contenido (PCK), elabora el constructo de reestructuración educativa. Para el autor el proceso de

reestructuración parte del análisis de la estructura del conocimiento, tal como es enunciado en el escenario original. Al análisis primario se le suma el estudio de su relevancia educativa. Para ello es necesario conocer en profundidad el contenido desde el área a la que corresponde, así como las ideas que distintos sujetos del quehacer educativo aportan al tema.

Desde una perspectiva sociocultural de la didáctica de las ciencias, Tobin (2010, p. 303) señala que en el aprendizaje de las ciencias «las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas» (Mellado y cols., 2014).

Lo mencionado da lugar a la reestructuración del contenido a enseñar y de las estrategias a implementar, se habla así de reestructuración educativa. Durante este recorrido es necesario esforzarse siempre por entender la situación cambiante, junto con las percepciones y emociones de los participantes, para desde ese lugar remodelar la teoría de la acción.

En esta dirección, se trató de interpretar –a partir de la Teoría de la Actividad– las relaciones entre enseñanza y aprendizaje, entendido como un sistema de actividad de acuerdo a lo postulado por Engeström, quien sostiene que:

> "La actividad se realiza mediante una constante negociación, orquestación y lucha entre las distintas metas y perspectivas de los participantes", "(…) la construcción de objetos mediada por artefactos ( ) es un proceso dialogal y en colaboración donde distintas perspectivas ( ) y voces ( ) se encuentran, chocan y se fusionan". "El objeto de la actividad es un blanco en movimiento que no es reducible a objetivos conscientes a corto plazo" (Engeström,1999, citado en Daniels, 2001).

Para abordar el objeto de estudio se constituyeron como unidades de análisis: - modelo adoptado para la enseñanza de Física desde la creación de la carrera de LN en 2005 a 2010 inclusive, - diseño curricular y planificación de asignaturas de LN, - tratamiento del Principio de Conservación de la Energía en libros de texto de Física (Correia y Ortigoza, 2015), - competencias y conocimientos previos de los alumnos, - nueva propuesta didáctica y su implementación desde 2011 a 2013 inclusive(Ortigoza, Odetti y Llovera-Gónzalez, 2013); - opiniones de estudiantes, docentes y coordinador de LN.

El presente trabajo de investigación se centra en el análisis de las opiniones de docentes y estudiantes avanzados de la carrera, a fin de contribuir a la formulación de la propuesta educativa sobre enseñanza de física.

Objetivo

Analizar y reflexionar sobre opiniones de distintos actores educativos en relación a contenidos de física en LN, con el propósito de formular una propuesta de enseñanza para la asignatura.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio exploratorio, basado en la información recabada durante las etapas del trabajo de campo. Luego de la sistematización de la información, se realizó un estudio prospectivo de manera de tratar de comprender el futuro y poderlo influir, pensando en aportar un camino organizado, metodológico, progresivo, para hacer más claro aquello que no es fácil de ver a simple vista, construyendo escenarios futuros.

Población y muestra

- Alumnos cursando el 5º año de la carrera de LN, de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, UNL, Santa Fe, Argentina, durante 2014, 2015 y 2016. Una muestra de 166 estudiantes avanzados accedieron a responder la encuesta que se detalla en resultados.

- Docentes de la carrera de LN. Una muestra de 6 docentes, a cargo de asignaturas de distintos años y la coordinadora de la carrera de LN, voluntariamente realizaron entrevistas semiestructuradas, cuyo guión se basó en la encuesta que se aplicó a alumnos avanzados de la carrera.

Análisis de los datos

Luego de la primera etapa de sistematización de la información recogida mediante la encuesta y entrevistas realizadas, se reflexionó sobre su contenido a fin de profundizar en el tema de investigación. Se recurrió al análisis de "unidades de identificación", mediante las que alumnos cursando 5º año de LN expresan en sus respuestas fundamentos sobre la importancia de los contenidos estudiados. Lo anterior da lugar a la formulación de categorías de identificación, permitiendo establecer nudos significativos con lo surgido en entrevistas a docentes de la carrera. En una segunda etapa de análisis se determinaron singularidades y recurrencias para cada una de las categorías en la totalidad de los discursos, buscando ahondar sobre el tema en estudio.

Se diseñó e implementó un cuestionario de tipo mixto (con preguntas cerradas y abiertas), que se utilizó también como guión para las entrevistas semiestructuradas realizadas a docentes de la carrera. El cuestionario consistió en dos preguntas, las que se detallan a continuación:

1) ¿Cuál/es de los siguientes conceptos físicos se recuperan en la/s asignatura/s qué cursaste en la carrera de Licenciatura en Nutrición? Marca con una cruz el/los que consideras que se recuperan en las asignaturas que cursaste hasta el momento.
    * Cinemática. Concepto de velocidad y aceleración. Movimiento en una dimensión.
    * Dinámica: Interacciones de los cuerpos. Fuerzas de acción y reacción.
    * Conservación de la energía y Transformaciones energéticas en distintos sistemas. Concepto de Trabajo. Teorema de Trabajo y Energía.
    * Conservación de la masa y de la energía para fluidos. Estudio de presiones a distintas profundidades en un fluido. Fuerzas sobre un líquido en movimiento. Ley de continuidad. Ecuación de Bernoulli.
    * Concepto de fuerza electromotriz (f.e.m.), diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica.

2) ¿Cuál/es de ellos consideras de importancia para tu carrera? ¿Por qué?

Resultados y Discusión

Encuesta a alumnos avanzados

La información sistematizada de la encuesta a alumnos avanzados, permitió reconocer las siguientes categorías de identificación:

Acerca de recuperación de contenidos disciplinares y de su importancia

En el gráfico 1 se observa que los contenidos recuperados mayoritariamente resultan:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 120 alumnos.

En el gráfico 2 se observa que los contenidos considerados importantes por la mayoría de los estudiantes encuestados corresponden a:

- Conservación de la energía y transformaciones energéticas, respondiendo afirmativamente 101 alumnos.

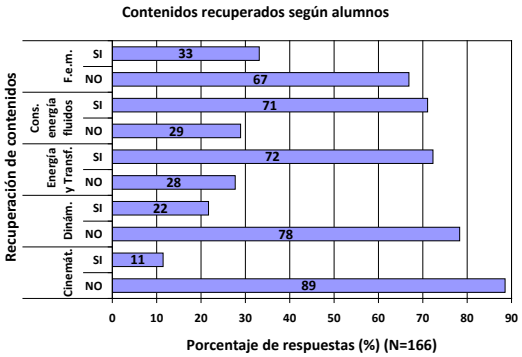


Gráfico 1. Contenidos recuperados

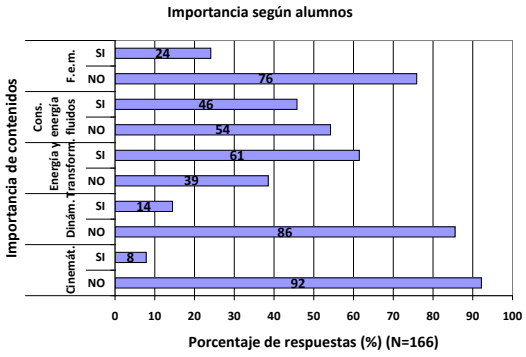


Gráfico 2. Importancia de contenidos

Acerca de fundamentos sobre importancia de los mismos

En el gráfico 3 se detallan las categorías de identificación surgidas y su distribución. La mayor cantidad de respuestas fundamenta la importancia de los contenidos de física en relación con materias de la carrera y en segundo lugar en relación con la profesión futura.

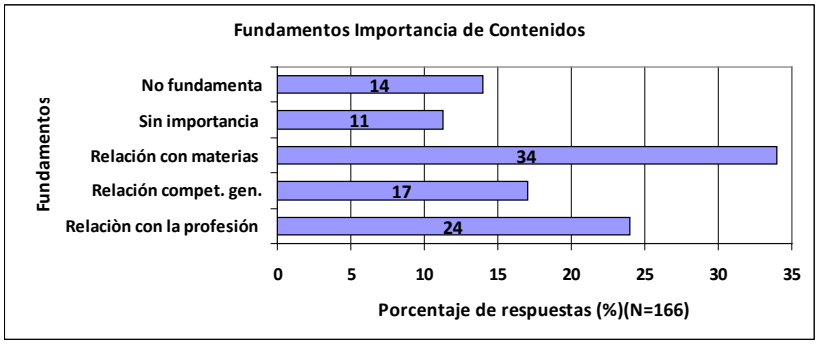


Gráfico 3. Porcentaje de respuestas sobre fundamentos importancia de contenidos

Entrevistas a docentes y coordinadora de LN

A fin de identificar puntos de encuentro y/o singularidades entre las opiniones de alumnos y docentes se transcriben algunas de las frases significativas obtenidas en las entrevistas realizadas a la coordinadora de LN y a 6 docentes de Ciclo Inicial y Superior de la carrera:

Acerca de recuperación de contenidos disciplinares

- "Creo que todos los conceptos nombrados en el cuestionario presentado, son recuperados en distintos espacios curriculares en mayor o menor medida" Coordinadora de LN y docente de Práctica Profesional, materia de 5to. año.
- "Los conceptos están, los utilizo pero sin nombre ni apellido"..." volvemos a explicar toda la parte de fem, flujo de electrones, la energética de la célula, anabolismo y catabolismo, respiración y fotosíntesis". Docente de Biología General, materia de 1er. año y de Biología Celular y Molecular, materia de 2do. año.
- "El único tema que recuperamos es transformaciones energéticas en distintos sistemas". Docente de Química Biológica, materia de 2do. año.
- "El principio de conservación de la energía...Estamos como que tocando el tema, no decimos en Física vimos tal concepto pero sí estamos aplicando lo que se dio en Física". Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional, asignatura de 3er. año.

Acerca de importancia de los contenidos y su fundamentación

- "Son todos importantes, para considerar las acciones del metabolismo y acción dinámica especifica de los alimentos, entendiendo entre otras cosas, el comportamiento y relaciones entre materia, energía y espacio. Coordinadora de LN.
- “El más importante para mí es Conservación de la masa y de la Energía porque son temas muy gruesos, fundamental por su relación con procesos metabólicos”. Docente de Biología General, y de Biología Celular y Molecular.
- "Transformaciones energéticas podría ser un contenido fundamental en lo que respecta a metabolismo para química biológica". Docente de Química Biológica.
- “El principio de conservación importante como nexo con materias posteriores”. Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional.

Puntos de encuentro y singularidades de las distintas voces

Los resultados muestran un marcado registro de contenidos recuperados en relación a conservación de la energía en distintos sistemas, tanto en lo expresado por alumnos como por docentes y coordinadora de la carrera.

Se presentan coincidencias, con respecto a porque se considera fundamental el concepto de conservación y transformaciones, valorado desde la relación con otras materias de la carrera (por los estudiantes), como también fundamental para la comprensión de diferentes procesos metabólicos (valoración docente).

Un elevado número de alumnos (40 estudiantes) considera este contenido como importante, debido a su relación con la profesión futura. Sin embargo, 18 estudiantes del total de encuestados manifiestan que los contenidos de la disciplina no resultan importantes ni presentan relación con la carrera.

Conclusión

De acuerdo a las valoraciones de coordinadora, docentes y alumnos, la mayoría considera al principio de conservación de la energía de gran importancia para la carrera, entendiéndolo como nexo interdisciplinario. Resultados anteriores (Llovera-González, 2010), muestran al principio de conservación de la energía como contenido invariante de alta incidencia para la disciplina Física.

Se propone la reestructuración del programa y de la concepción didáctica de la asignatura, tomando como eje de enseñanza y contenido estructurante el principio de conservación de la energía, como principio unificador en toda la asignatura de Física y contenido articulador con otras asignaturas de la carrera.

Partiendo de la conservación de la energía, se estudian los conceptos fundamentales de la Dinámica, la Cinemática, la Conservación de la masa y la energía para fluidos, así como la Conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, aplicando modelos didácticos analógicos. La propuesta contempla entornos de aprendizaje presenciales y virtuales, entendiendo que existen distintas instancias en la construcción compartida del conocimiento, generando un contexto motivador que promueva el aprendizaje significativo.

Coincidiendo con Pozo y Gómez Crespo (2006), se concibe un modelo de educación en ciencias basado en la integración y reestructuración de los conocimientos y/ó concepciones alternativas en el marco de las teorías científicas.

Referencias bibliográficas

Correia, J. y Ortigoza, L. (2015). O conceito de conservação de energia em livros didáticos (Uma análise histórico-didática). *Revista Binacional Brasil Argentina, RBBA*, *4*(2), 91-103. ISSN 23161205.

Daniels, H. (2001). *Vygotsky y la pedagogía*. Buenos Aires: Paidós.

Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *11*(30), 741-770.

López Velásquez, A., Duarte Duarte, J., Flórez Ríos, J. y Taborda, C (2010). Espacio Iberoamericano del Conocimiento El vínculo universidad-egresado: una acción socialmente responsable. Congreso Iberoamericano de Educación Superior, Buenos Aires, Argentina.

Fariñas León, G. (2004). *Maestro. Para una didáctica del Aprender a Aprender.* Cuba: Editorial Pueblo y Educación.

Llovera-González, J.J. (2010). Evaluación de la solidez en el aprendizaje de la Física por invariantes en estudiantes de Ingeniería Química. Memorias del 7mo. Congreso Internacional de Educación Superior, *Universidad 2010*, La Habana, febrero de 2010. ISBN 978-959-16-1164-2

Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36.

Ortigoza, L., Odetti, H. y Llovera-González, J. (2013). La conservación de la energía como eje estructurante de la enseñanza de la física en carreras de ciencias de la salud. Libro de actas 1º Workshop *Enseñanza de la Física en la Argentina. Los desafíos de la investigación educativa y la formación docente*, comp. Santos, G. y Stipcich, S., 224-238. 1a. edición. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. ISBN 978-950-658-342-2.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia: Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico.* Madrid: Morata. 5ta. edición. ISBN 84-7112-440-8

Tobin, K. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de las Ciencias*, *28*(3), 301-313.

Expectativas y percepciones respecto al empleo de recursos didácticos en la asignatura "Práctica Profesional" de la Licenciatura en Nutrición

Sandra Daniela Ravelli[1], Olga Beatriz Avila[2], José Manuel Domínguez Castiñeiras[3] y Claudia Beatriz Falicoff[4]

[1]Práctica profesional. Licenciatura en Nutrición. [2]Departamento de Matemática y Estadística. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. [3]Departamento de Didácticas Aplicadas. Facultade de Ciencias da Educación. USC. Santiago de Compostela. España. [4]Departamento de Química General e Inorgánica. [1, 2, 4] Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe. Argentina

sravelli@fbcb.unl.edu.ar

Resumen:

Se presentan los resultados de las expectativas iniciales y percepciones finales del alumnado, sobre los recursos didácticos utilizados en las diferentes áreas de incumbencia de la Práctica Profesional, de la Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe-Argentina. Se estudió una muestra de 47 estudiantes, durante el año 2017, mediante dos cuestionarios *on line*. Con el fin de analizar la relación entre las dos variables ordinales dependientes, se aplicó la prueba de Wilcoxon. Los resultados indican que la mayoría de las expectativas superan a las percepciones y dependen de los recursos didácticos utilizados.

Palabras claves: práctica profesional en Nutrición; expectativas y percepciones del alumnado; recursos didácticos.

Introducción

La asignatura Práctica Profesional (PP) de la Licenciatura en Nutrición (LN), se encuentra en el último curso del plan de estudios de la carrera. Esta titulación se imparte en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina. En dicha asignatura se realizan actividades de integración entre la formación curricular y el desempeño laboral. Con el objetivo de potenciar el perfil del futuro profesional de acuerdo con los objetivos planteados para la carrera, se pone en contacto al alumnado con la realidad y el trabajo profesional en los centros de prácticas, en cuyos distintos ámbitos aplicará los conocimientos de su formación. Las áreas en las que se realiza la PP son: Educación (E), Servicio de Alimentación (SA), Clínica (C); Industria (I) e Investigación (Inv). En todas ellas, se destaca la importancia del proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos sobre nutrición y alimentación, por lo que se ha considerado relevante averiguar las opiniones del alumnado sobre aquellos recursos didácticos utilizados en cada espacio de la PP que contribuyan a incrementar la calidad de dicho proceso.

Dado que el aprendizaje desarrollado en los centros de prácticas puede ser diferente del realizado en el entorno universitario —donde se cumplen y desarrollan temas, se usan diferentes recursos didácticos, actividades y contenidos según el plan de estudios— o a aquel que esperaba el alumnado, la PP aparece como un contexto con una dinámica formativa caracterizada por "el encuentro entre saberes que permite analizar la correspondencia entre objetivos propios de la

formación profesional y la capacidad para dialogar con otros saberes y con la realidad sociocultural en la que se inscriben" (Galeano, 2006, p. 39).

Las percepciones respecto a la adquisición de competencias dependen de sentimientos y vivencias del alumnado (Heller, 1989; Abric, 1976, citado por Doise, Clèmence y Lorenzi-Cioldi, 2005), de situaciones relacionadas con la trayectoria en la facultad y de la imagen sobre el reconocimiento de la LN como profesión. A este respecto, la mirada del alumnado es relevante con el fin de informar sobre las modificaciones que serían deseables para que el perfil y las competencias profesionales del egresado se encuentren a la altura de las demandas actuales de la sociedad.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es averiguar las expectativas y las percepciones del alumnado de la muestra, sobre la utilización de recursos didácticos en las diferentes áreas de incumbencia del Licenciado en Nutrición, en la asignatura Práctica Profesional de la Licenciatura en Nutrición, de la FBCB, cohorte 2017.

Metodología

Se utiliza un diseño no experimental, descriptivo, mediante encuesta, con un enfoque metodológico cuantitativo, comparativo y longitudinal.

Sujetos y características de la muestra

Se estudió una muestra de 47 estudiantes de LN, FBCB - UNL, constituida por la totalidad del alumnado que cumplió con los requisitos del plan de estudio de la carrera. El rango de edad osciló entre 22 y 33 años, siendo el 53% de la muestra menor de 25 años.

Instrumentos para la recolección de la información

En una primera instancia se evaluaron las expectativas y en segundo lugar las percepciones, mediante dos cuestionarios creados *ad hoc*, para el trabajo de tesis de doctorado de la primera firmante, con fundamentación teórica en Navas, Gimeno, Claros y Muñoz (2003) y López López e Hinojosa Pareja (2008). Los encuestados respondieron *on line*, al principio y al final del año 2017, respectivamente.

Mediante el primer cuestionario se recogió información sobre las expectativas del alumnado, al inicio de la PP en 2017. Consta de 5 secciones con 174 preguntas semiestructuradas, de escala tipo Likert, cuyos enunciados tienen una valoración de 1 a 5. El 1 representa la calificación más baja (muy en desacuerdo) y el 5 la calificación más alta (muy de acuerdo). El segundo cuestionario sobre percepciones, diseñado con las mismas características que el anterior, se envió al finalizar la PP, de noviembre a diciembre del mismo año. Los enlaces de acceso a los cuestionarios de perspectivas y percepciones en Drive son: Cuestionario expectativas alumnado PP 2017 y Cuestionario percepción alumnado PP 2017, respectivamente.

Instrumentos de análisis de la información

Para determinar la fiabilidad de los instrumentos se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando valores aceptables a partir de +0.60.

Para organizar la información, se establecieron diez categorías, coincidentes con los recursos didácticos objeto de investigación: 1. Clases expositivas; 2. Talleres; 3. Recursos audiovisuales; 4. Tecnologías de la información y de la comunicación; 5. Jornadas interdisciplinares; 6. Jornadas de capacitación; 7. Revisiones bibliográficas; 8. Campañas de divulgación; 9. Juegos; y 10. Discusión y debate sobre controversias sociocientíficas.

El tratamiento cuantitativo de la información se realizó mediante el software estadístico SPSS versión 18. Primero, se obtuvieron las medias de cada ítem. Luego, para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas, se utilizó la prueba no paramétrica, de los rangos con signos de Wilcoxon. Se utilizó un nivel de significación p= 0.05, con una confianza del 95%.

Resultados y discusión

En este apartado se describen y analizan los resultados relacionados con los recursos didácticos (RD) para las Áreas: Educación (E) y Servicio de Alimentación (SA).

Fiabilidad de los datos – Alfa de Cronbach

Los valores de α para ambas áreas —Área E [α = 0,803 (expectativas) y α = 0,770 (percepciones)] y Área SA [α = 0,826 (expectativas) y α = 0,799 (percepciones)] —, indican que los resultados de opinión de los 47 estudiantes, respecto a los 10 y 8 ítems considerados para las expectativas y percepciones, respectivamente, se encuentran correlacionados de manera confiable y aceptable.

Análisis de datos

En función del espacio disponible, se presentan los resultados para dos de las áreas de incumbencia: Educación y Servicio de Alimentación.

Área de Educación

En la Figura 1, se representan las medias de las expectativas y percepciones respecto a los recursos didácticos citados anteriormente.

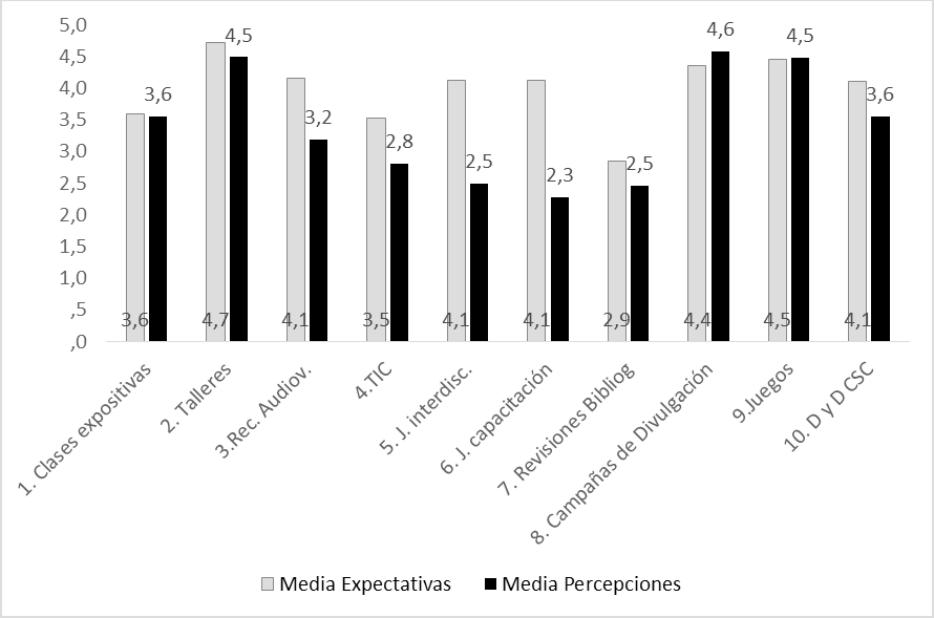


Figura 1. Media de expectativas y percepciones RD. Área Educación

En primer lugar se ha de señalar que se aplicó la prueba de Wilcoxon a los datos y se ha obtenido un valor de p=0.000, menor que p=0.05; lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las expectativas y percepciones del alumnado respecto a la utilización de Recursos Audiovisuales, TIC, Jornadas Interdisciplinarias, Jornadas de Capacitación, Campañas de Divulgación y Discusión y Debate de Controversias Socio-Científicas. Estas diferencias ponen de manifiesto que el alumnado adjudica una mayor calificación a la utilización de estos RD,

al inicio de la PP, de lo que realmente percibe al final de la misma, excepto en Campañas de Divulgación, lo que indica que durante el período de prácticas, el alumnado no ha visto colmadas sus expectativas respecto a los RD citados. La mayor percepción al final de la PP, sobre Campañas de Divulgación (RD nº 8), se relaciona con numerosas instancias de promoción de la salud realizadas, favoreciendo la participación activa del alumnado con la población, y lo novedoso de este RD en los ámbitos de PP. En las mismas se revalorizó el rol educativo de los profesionales, priorizando la difusión de mensajes de salud en los centros de PP seleccionados. Lo manifestado se transcribe a continuación con algunos dichos: "la interdisciplinaridad estuvo presente en las carpas saludables brindando información de temas relacionados con alimentación" y "Se pudieron realizar diversas actividades de divulgación principalmente en escolares".

En Clases Expositivas, Talleres, Revisiones Bibliográficas y Juegos, (p=0,976; p=0,555, p=0,087 y p=0,986, respectivamente), no hay diferencias estadísticamente significativas (p>0,05) entre las expectativas y percepciones del alumnado. Estos resultados se consideran en términos de opiniones iniciales y finales semejantes, respecto a los RD mencionados. Las percepciones sobre estos RD en particular, se deberían al uso frecuente de los mismos en las diferentes intervenciones educativas, facilitando la transmisión de mensajes relacionados a nutrición. Algunas expresiones lo sustentan: "se debe presentar la información de la manera más dinámica e interactiva a través de talleres, juegos que requieran participación"; o "las actividades donde se usa el cuerpo (juegos, talleres), se entienden mejor y dan un mejor aprendizaje".

Llama la atención la notable diferencia en Jornadas Interdisciplinarias y Jornadas de Capacitación. La menor percepción se destaca, en la reiterada expresión del alumnado: "contamos con escasos recursos y tiempo para su utilización".

Área Servicio de Alimentación

Al igual que en el Área E, se aplicó la prueba de Wilcoxon a los datos obtenidos. De este modo, se evidencia que existen diferencias estadísticamente significativas [p=0.000 (p<0,05)], entre las expectativas y percepciones del alumnado en todos los ítems. Las mismas describen que el alumnado, al inicio de la PP, manifiesta una mayor expectativa en la utilización de los RD respecto a lo que percibe al final de la misma.

Como se observa en la Figura 2, las medias de las expectativas superaron en todos los casos las medias de las percepciones. Estos resultados describen que el alumnado espera más de los RD

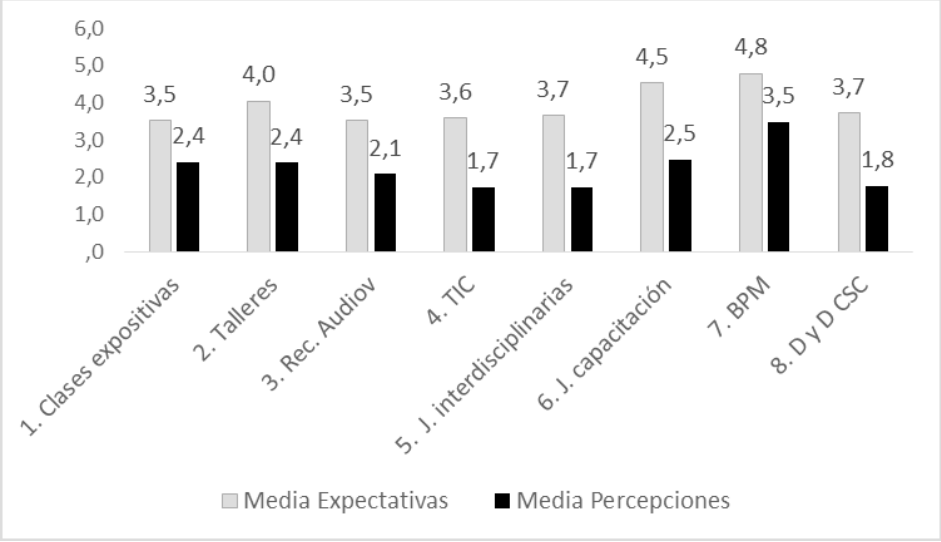


Figura 2. Media de expectativas y percepciones RD. Área Servicio de Alimentación

antes de cursar la asignatura de lo que realmente percibe al finalizar la misma. Los servicios de alimentación responden a una estructura sistematizada y rutinaria, siendo necesario aplicar los RD a la situación de aprendizaje concreta que se quiere poner en marcha. En este sentido los estudiantes mencionaron "que deben adaptarse al lugar", posiblemente esta sería una de las causas de su menor percepción.

Respecto a la baja percepción final sobre la utilización de los demás RD listados, estaría relacionado con la gestión del SA; ya que su organización, tiempo disponible para la preparación y consumo; es esencial para poder cumplir con pautas asignadas, y calidad del trabajo. Por lo tanto la implementación de RD creativos y diversos, es compleja; al igual que lo reportado por Lema y Graciano (2012) en cuanto a innovaciones en el área. Los datos relevados, son similares al estudio de la Universidad de Monash, que encontró diferencias significativas entre la percepción del estudiante de su ambiente de aprendizaje clínico real y su entorno de aprendizaje clínico ideal inicial (Brown *et al*, 2011).

Obviamente los conocimientos específicos difieren de un área a otra. La elevada sistematización de actividades en el área de SA determina que se utilicen menor número de RD respecto al área de Educación.

Conclusiones

El propósito del trabajo, fue determinar y comparar las expectativas y percepciones del alumnado con respecto a la PP de la LN. Para obtener datos de interés y realizar cambios que mejoren estrategias e intervenciones, acordes con las necesidades y demandas de la comunidad.

Los resultados correspondientes al Área E, ponen de manifiesto que las medias de las expectativas al comienzo del trayecto educativo fueron mayores a las percepciones finales, excepto la igualdad que se observa en talleres y Juegos. La gran diferencia entre dichos indicadores en Jornadas Interdisciplinarias y Jornadas de Capacitación demuestra que el alumnado espera más de estas instancias en relación con lo que percibe luego de cursar la asignatura. Estos resultados interpelan al proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, se hace imprescindible hacer hincapié en los RD que se utilizan para enriquecer las propuestas educativas en el desarrollo de la PP. En este sentido, coincidimos con Novella (2011), en la necesidad de actualizar e innovar las diferentes acciones y recursos para propiciar el aprendizaje.

En el Área SA, se observa que existen diferencias significativas entre expectativas y percepciones, respecto a los RD enunciados en el cuestionario. Las estrategias que acompañan el hacer cotidiano, son escasamente participativas.

En este estudio se destaca que, en general, los valores medios de las expectativas a inicios de las PP son mayores que las medias de las percepciones finales. Esto constituye una llamada de atención para la organización de la asignatura en cuestión, la optimización de la propuesta académica y la utilización de una variada batería de RD, que satisfaga las expectativas del alumnado y fortalezca la PP.

Deseamos señalar, finalmente, que la interacción docentes-alumnado y viceversa, mediada por estrategias didácticas adecuadas y consensuadas, podría incrementar significativamente la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Referencias bibliográficas

Brown, T.; Williams, B.; McKenna, L.; Palermo, C.; McCall, L.; Roller, L.; Hewitt, L., Molloy, L.; Baird, M. & Aldabah, L. (2011). Practice education learning environments: The mismatch between perceived and preferred expectations of undergraduate health science students. *Nurse Education Today, 31*(8), 22-28. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nedt.2010.11.013.

Doise, W.; Clèmence, A. y Lorenzi-Cioldi, F. (2005). *Representaciones sociales y análisis de datos*. México: Instituto Mora.

Galeano, M. E. (2006). Prácticas y política universitaria de docencia, extensión e investigación. *Voces y sentidos de las prácticas académicas, 2*, 31-52. Accesible desde: [URL].

Heller, A. (1989). *Teoría de los sentimientos*. México: Fontamara.

Lema, S. y Graciano, B. (2012). Evaluación de las Prácticas Pre-profesionales de una Escuela de Nutrición: la perspectiva de los estudiantes. *Revista Argentina de Educación Médica*, 5(1), 3-9. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/259266491_Evaluacion_de_las_Practicas_Preprofesionales_de_una_Escuela_de_Nutricion_la_perspectiva_de_los_estudiantes.

López López, M. C. e Hinojosa Pareja, E. (2008). Percepciones iniciales de los estudiantes sobre la formación práctica. *Revista Iberoamericana de Educación 47,* 1-12. Accesible desde: [URL]

Navas, F. F.; Gimeno, M. D. C. M. y Muñoz, L. V. A. (2003). Las prácticas profesionales: un análisis de los alumnos. *Eúphoros*, 6, 389-408. Accesible desde: Novella, A. (2011). Practicum en re-construcción: Tejiendo colectivamente un modelo de prácticas desde la innovación. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. 9 (3), 259-280. Recuperado de: http://redaberta.usc.es/redu.

Enseñanza por indagación y desarrollo de competencias utilizando la UVE de Gowin

Jesús Ángel Meneses Villagrá y Mª Concesa Caballero Sahelices

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos

meneses@ubu.es

Resumen:

Se pretende evidenciar la potencialidad de la herramienta heurística UVe, propuesta por Gowin, en una metodología de enseñanza por indagación, para promover aprendizaje significativo y desarrollo de competencias. Este enfoque de la enseñanza por indagación capacita a las personas para comprender situaciones del mundo actual y motiva su interés por la ciencia. La metodología indagatoria se implementa en dos aulas de 21 estudiantes universitarios del último curso del Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Burgos, España. Se muestra una Uve, como ejemplo de un proceso indagatorio, que pretende que los alumnos logren construir significativamente el concepto de presión. Se ha diseñado una rúbrica, para analizar las producciones de los estudiantes para evaluar el proceso de aprendizaje y el nivel de competencias desarrolladas.

Palabras-clave: indagación; heurística UVe; aprendizaje significativo; competencias.

Introducción

El aprendizaje por indagación es una metodología especialmente adecuada para implementar una enseñanza de las ciencias, donde el estudiante sea protagonista de su aprendizaje. El núcleo central de esa metodología son las situaciones-problemas a las que se enfrenta el estudiante y el trabajo cooperativo. A partir de un proceso de investigación guiado, el estudiante debe encontrar soluciones a cuestiones formuladas por el profesor, acerca de un fenómeno científico de interés.

El diagrama UVe de Gowin (1981) es una herramienta idónea en la enseñanza mediante la indagación guiada en el aula, con capacidad para promover el aprendizaje de habilidades científicas en los estudiantes. Según su autor, el diagrama UVe es una estrategia para enfrentar un problema o profundizar en un procedimiento, que permite relacionar el "saber", el "saber hacer" y el "saber ser". Durante todo el proceso hay una inherente interacción entre modelos, conceptos y teorías con los procedimientos y actitudes (Ausubel et al. 1983; Ausubel, 2003; Novak y Gowin, 1988). Así, ese diagrama posibilita el logro de aprendizajes conceptuales y el desarrollo de habilidades investigativas en el proceso de búsqueda de respuestas a problema de investigación.

El interés de este trabajo es explorar las posibilidades de la Uve de Gowin, en la enseñanza por indagación guiada, para desarrollar capacidades cognitivas que ayuden a los estudiantes a construir conocimientos y desarrollar competencias (Zabala, 2007; Vergnaud, 2007).

La UVe de Gowin en la enseñanza por indagación

El diagrama con forma de UVe, muestra visualmente la estructura del conocimiento referido a eventos de interés relativos a la enseñanza y aprendizaje. En relación con esos eventos se

formulan preguntas o interrogantes, a las que se buscan respuestas a lo largo de un proceso interactivo entre las teorías y principios que sustentan el problema y los procedimientos metodológicos coherentes con esas teorías. Al mismo tiempo, posibilita al estudiante adquirir una visión y naturaleza coherente de la ciencia.

La técnica heurística UVe ilustra y facilita el aprendizaje, de docentes y alumnos, a través de los elementos teóricos y metodológicos que interactúan en el proceso de construcción del conocimiento, durante la resolución de un problema (Novak & Gowin, 1988; Moreira, 2011). Tiene su origen en el método de las cinco preguntas propuestas por Gowin para analizar conocimientos documentados. Los componentes de la V que se muestran en la Fig. 1, son:

El lado izquierdo corresponde al "pensar" y en él se expresan las teorías, conceptos y modelos teóricos en los que se fundamenta el problema a investigar que, a la vez, tienen subyacentes visiones sobre la naturaleza de la ciencia; el lado derecho de la UVe se refiere al "hacer" y corresponde a la metodología utilizada en el desarrollo del problema para encontrar respuestas coherentes, por tanto contiene los registros que permiten obtener datos sobre el evento, las posibles transformaciones metodológicas de esos datos como tablas, gráficos, categorizaciones, etc. que permitirán inferir afirmaciones de conocimiento y encontrar respuestas a las cuestiones formuladas.

Figura 1. La Uve epistemológica original de Gowin con sus

En el centro de la UVe se presentan de modo concreto y con precisión las preguntas-clave relativas al problema que se pretende investigar y que pertenecen tanto al dominio teórico como al metodológico.

En la base de la UVe aparecen eventos y/o situaciones-problemas que se pretenden investigar.

Contexto y fases de la metodología de indagación utilizada

La metodología didáctica por indagación utilizada la aplicamos en dos aulas de 21 estudiantes universitarios del último curso del Grado de Maestro en Educación Primaria, distribuidos en seis grupos de tres o cuatro personas en cada aula. Los estudiantes de cada grupo, futuros profesores de niños de educación primaria (6 a 12 años), trabajaron sobre temáticas diferentes: flotación, energía fotovoltaica, eficiencia energética en una vivienda, efectos del calor, cambios físicos, cambios químicos (combustión, oxidación y fermentación), circuitos eléctricos, presión en sólidos y fluidos, efectos de las fuerzas, máquinas simples, mezclas y disoluciones, propiedades de la materia, etc.

El punto de partida de nuestra secuencia de enseñanza por indagación consiste en la presentación por el profesor de una situación problemática de interés para los estudiantes, a partir de la cual y previo análisis de la misma por los componentes del grupo, éstos identifican problemas científicos susceptibles de contrastación experimental. Un ejemplo de situación problemática

puede leerse en la parte inferior de la UVe de la figura 2, en el apartado 'Evento – Fenómeno', donde se pregunta a los estudiantes que describan fenómenos científicos de su interés que ocurren habitualmente cuando van un día de excursión a una pista de nieve o estación de esquí y formulen preguntas o planteen problemas apropiados para responderlos mediante evidencias científicas. De esta situación los estudiantes fueron capaces de identificar varios problemas interesantes: ¿qué tiene la lana de los calcetines para que no se enfríen los pies?", "¿por qué hay zonas de nieve blanda, dura, hielo y otras donde sale 'humo'?", "¿por qué no se puede andar por la nieve dura?", "¿por qué los esquíes tienen esa forma tan rara?", "¿por qué se mojan los pies de agua si se introduce nieve en las botas?", "¿por qué unas huellas son más profundas que otras?".

De los variados problemas que normalmente surgen de una situación problemática, sobre todo si se plantea muy abierta, el profesor centra la atención de los estudiantes en uno de ellos. La mayoría de las preguntas que estos formulan son del tipo '¿*qué es* …? ', '¿*por qué* …?'; nosotros procuramos siempre que sea posible que las preguntas finales sean formuladas de la siguiente forma: ¿*de qué magnitudes depende* ……? o ¿*qué factores influyen* en …? ya que entendemos que este tipo de preguntas favorecen el desarrollo de más competencias científicas, al provocar indagaciones que requieren un diseño experimental más amplio y un análisis más completo de las evidencias.

Una vez formulado el problema en forma interrogativa, en el ejemplo anterior fue *"¿de qué magnitudes depende la mayor o menor profundidad de la huella dejada por una persona cuando se desplaza de un lugar a otro de una zona nevada?"*, la siguiente fase del proceso de indagación es la emisión de ideas de los estudiantes como primeras respuestas tentativas al mismo, es decir, la emisión de hipótesis en el trabajo de los científicos como el que pretendemos simular en el aula. Los alumnos formulan conjeturas acerca de las posibles dependencias. Son sus ideas sobre el problema planteado. En la conversación grupal se discuten las diferentes opiniones y en el 'cuaderno de grupo' se apuntan las proposiciones más prometedoras. A veces se proponen soluciones acertadas, las cuáles, así como todas las demás, se aceptarán como correctas cuando estén validadas por la experimentación.

El éxito de esta segunda etapa, es decir, la probabilidad de que los alumnos encuentren, ellos mismos, soluciones aceptables, será tanto mayor cuanto más puedan basarse en conocimientos ya existentes, adquiridos mediante la reflexión y la experiencia práctica con objetos concretos, y en la capacidad que tengan de aplicar esos conocimientos a nuevas situaciones. En la parte izquierda de la UVe (figura 2), se anota el conocimiento o ideas surgidas inicialmente y, después de un análisis más profundo e interactivo con el resto de compañeros y profesor, las hipótesis formuladas con más detalle donde quede claro cuáles son las variables dependientes e independientes que intervienen y, si es posible, las de control. En el ejemplo de la figura 2, los estudiantes con mucha ayuda consiguieron formular la hipótesis: *La profundidad de la huella depende del peso de la persona, de la superficie de contacto del calzado de la persona con la nieve y del tipo o consistencia de nieve*. También se consiguió matizar más, diciendo que cuanto más peso, más profunda es la huella, que cuanto mayor es la superficie de la huella menor es su profundidad y cuanto más dura sea la nieve menos huella se deja.

La tercera fase del proceso de indagación consiste en la planificación del diseño experimental necesario para contrastar las hipótesis emitidas. Los experimentos no deben presentarse a los alumnos ya estructurados, sino que deben ser ellos quienes los planifiquen y realicen. En la planificación los alumnos deben de preguntarse por los resultados que esperan obtener, por las posibles dificultades, por el modo de dividirse el trabajo, por el material a utilizar, por cómo montarlo, por los instrumentos de medida, por cómo se van a controlar las variables contaminantes. Si es posible, se planificarán y ejecutarán diferentes experimentos.

Antes de proceder a la realización de los distintos experimentos, es necesario pensar en cómo recoger los datos, cualitativos o cuantitativos, o cómo realizar las observaciones. En la parte

derecha de la UVe (ver figura 2), puede observarse de forma muy resumida los diseños experimentales que se llevaron a cabo para contrastar las hipótesis emitidas, así como los datos recogidos en tablas. Se realizaron más experimentos de los que figuran en la UVe, no recogidos por problema de espacio.

Figura 2. UVe elaborada por un grupo de Maestros en formación sobre una indagación realizada en el aula

La cuarta fase de la metodología didáctica consiste en la elaboración de las conclusiones, fruto de la interpretación y análisis de los datos obtenidos. Es hora de ver si las predicciones e hipótesis emitidas por los estudiantes, sus conocimientos previos, se ven o no confirmados producto de la contrastación experimental que realizaron. Son ellos los que construyen su conocimiento, comparando sus hallazgos, las evidencias encontradas con sus ideas iniciales. En la medida en que los estudiantes sean capaces de interpretar nuevos fenómenos o hechos que acontecen en el mundo natural y explicar productos o procesos tecnológicos mediante el nuevo conocimiento sabremos si ha aprendido significativamente. En la parte derecha superior de la UVe de la figura 2, se indican algunas aserciones de conocimiento y de valor conseguidas mediante la indagación.

La quinta y última fase, consiste en comunicar al resto de los compañeros del aula el trabajo de indagación realizado, desde el planteamiento del problema hasta los hallazgos encontrados, para someter la actividad desarrollada al análisis y discusión y, buscar el consenso en cuanto a las conclusiones y modo de proceder. Pero, previamente, cada grupo debe representar en forma de UVe (o en un póster) un resumen del trabajo realizado, ya que esta herramienta metacognitiva les obliga a revisar y precisar la dinámica de trabajo ejecutada y, posiblemente, a repensar, repetir e incluso modificar algún aspecto de la actividad experimental, la interpretación de alguna evidencia o alguna de las conclusiones. Una conclusión alternativa a la científica obligará al estudiante a revisar, en primer lugar, el diseño experimental y su coherencia con la hipótesis formulada, y posteriormente, la aplicación efectiva de este diseño; y, si es preciso tendrá que revisar sus conocimientos previos (Cortés et al, 2006).

Metodología de investigación

El enfoque metodológico se enmarca, preferentemente, dentro del paradigma cualitativo interpretativo, en coherencia con los referentes teóricos seleccionados para desarrollar el trabajo, con el objetivo de conocer las posibilidades de la UVe en una metodología de enseñanza por indagación.

A partir de las producciones de los estudiantes durante el proceso de indagación con la UVe, para encontrar respuestas a la cuestión central del trabajo, se pueden reconocer cinco elementos propios de un proceso de indagación, que los catalogamos como competencias, como son: a) la identificación y enunciación de preguntas científicamente orientadas (primera fase de indagación), b) la formulación de las ideas de los estudiantes como respuestas tentativas a las preguntas planteadas a modo de conjeturas o hipótesis (segunda fase), c) la planificación y realización de diseños experimentales (tercera fase), d) la capacidad para vincular explicaciones de las experiencias al conocimiento científico (cuarta fase) y e) el saber resumir, comunicar y argumentar los resultados y el proceso indagatorio (quinta fase). En definitiva, esos análisis son indicativos del aprendizaje significativo logrado por los estudiantes y de las competencias desarrolladas durante el proceso de construcción del conocimiento.

Con esa finalidad, se ha diseñado una Rúbrica para la evaluación de las UVe construidas por los alumnos. Su análisis permitirá inferir conclusiones sobre el aprendizaje significativo de los estudiantes y las competencias desarrolladas durante el proceso de construcción del conocimiento. En este trabajo se presentan algunos resultados iniciales de la implementación de la enseñanza por indagación mediante la heurística UVe.

De acuerdo con Herrera e Izquierdo (2015) en cualquier problema o fenómeno científico se pueden considerar las dimensiones del *pensar*, *hacer* y *comunicar* y éstas incluyen relaciones entre los elementos del diagrama UVe. A partir del análisis de esas relaciones es posible inferir los significados construidos por los alumnos, durante el proceso de indagación, así como las competencias desarrolladas. Según la propuesta de estos investigadores, las relaciones de significados que se pueden establecer con los elementos del diagrama UVe son los indicados en la tabla 1 (Ibid. p.649). Esto se llevará a cabo en un momento posterior de la investigación.

Tabla 1. Elementos de la UVe relacionados con las dimensiones "pensar, hacer y comunicar"

Dimensiones	Relaciones con elementos del diagrama UVe
Pensar	Cuestionar – formular hipótesis – identificar conceptos, principios, leyes y teorías.
Hacer	Cuestionar – formular hipótesis – diseñar investigación – resultados
Comunicar	Coherencia entre las conclusiones obtenidas del proceso de indagación (pregunta-hipótesis, con evidencias) y el conocimiento científico.

Resultados, discusión y conclusiones

El análisis de las UVes realizadas por los grupos mediante una Rúbrica elaborada por los autores, considerando el instrumento NPTAI (Ferrés et al, 2015), permite inferir que, la enseñanza basada en la indagación mediante la UVe, mejora el aprendizaje de competencias en los estudiantes, les ayuda en la organización de datos y planificación de diseños de investigación. La complejidad inherente en el uso de esta metodología para alumnos y docentes, requiere de un trabajo sistemático en el aula para que la UVe no se convierta en un producto (conocimiento) sino que permita analizar el proceso (procedimiento) de indagación que lleva a encontrar respuestas al problema propuesto utilizando argumentos científicos. El uso de la herramienta de Gowin promueve el aprendizaje de procedimientos y contenidos científicos, desarrollando habilidades

propias de la indagación en los estudiantes. Se constata que el aprendizaje de la ciencia debe concebirse como un proceso activo en el cual la exploración, la reflexión y la resolución de problemas ocupen lugares centrales.

El uso de la estrategia de la UVe en la enseñanza indagatoria posibilita a los estudiantes construir significados científicos y desarrollar habilidades propias de la indagación. Es una herramienta útil en una enseñanza dirigida a promover aprendizaje significativo mediante la explicitación de relaciones inherentes al diagrama UVe entre lo que el alumno ya sabe (dominio conceptual) y lo que puede realizar para lograr nuevos aprendizajes a partir de ellos (dominio metodológico), en el desarrollo de los procesos de respuestas a los problemas formulados.

Agradecimiento

Este estudio ha sido financiado por el proyecto MINECO-AEI EDU 2017-89405-R

Referencias bibliográficas

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo., Traducción al español, de Mario Sandoval P., de la segunda edición de *Educational psychology : a cognitive view.* México: Editorial Trillas.

Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano

Cortés Gracia, A.L. y de la Gándara, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado. *Enseñ. de las Ciencias*, 25(3), 435-450. Rec. de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87938

Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp. 22-37

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, Nueva York: Cornell University Press. Trad. cast., 1985. Hacia una teoría de la educación. Argentina: Ediciones Aragón.

Herrera San Martin, E., Izquierdo Aymerich, M. (2015). Indagación guiada con diagrama UVE para un aprendizaje significativo en primaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(3), 643-656.

Moreira, M.A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. SaoPãolo: LF.

Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Traducción al español del original *Learning how to learn*. Barcelona: Martínez Roca.

Vergnaud, G. (2007). In what sense the framework of conceptual field can help us facilitate meaningful learning? V Intern. Meeting on Meaningful learning. *INDIVISA.* Madrid, 47-64.

Zabala, A. y Arnau, L.. (2007).*11 Ideas clave. Como enseñar y aprender competencias*. Barcelona: Grao.

Diseño de actividades de argumentación científica sobre el consumo de agua embotellada. Propuesta de evaluación mediante rúbricas

Daniel Cebrián-Robles y Francisco Rodríguez-Mora

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

dcebrian@uma.es

Resumen:

Los contextos de la vida diaria refuerzan en los estudiantes el interés por aprender a la vez que permiten aplicar los aprendizajes fuera del aula. En este trabajo se presenta el diseño de tres actividades que forman parte de un programa formativo cuya finalidad es transmitir ciertos valores y conocimientos sobre el consumo de agua embotellada, a la vez que trabajar la argumentación científica. En concreto, se muestra un esquema de análisis de la dificultad de las actividades de argumentación basándose en dos aspectos: el grado de familiarización de los estudiantes con el contenido científico y la procedencia de las pruebas necesarias para construir un argumento científico. También se presenta una propuesta para evaluar la capacidad de argumentación de los estudiantes sobre los problemas planteados mediante el uso de rúbricas.

Palabras clave: argumentación; agua embotellada, problemas socio-científicos, pruebas científicas, evaluación.

Introducción

Existe bastante acuerdo en la importancia de plantear en la enseñanza de las ciencias propuestas educativas basadas en problemas socio-científicos (España-Ramos y Prieto-Ruz, 2010; Ratcliffe y Grace, 2003; Rodríguez-Mora y Blanco-López) dada la importancia que estos tienen para los ciudadanos (Colucci-Gray, Camino, Barbiero y Gray, 2006; Ratcliffe y Grace, 2003; Simonneaux, 2008). Estos problemas socio-científicos son problemas reales y, muchos de ellos cercanos a la ciudadanía, abiertos, complejos y controvertidos, que pueden ser considerados bajo una variedad de perspectivas y que están relacionados con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad (Jiménez-Aleixandre, 2010).

El abastecimiento de agua y las condiciones insalubres sanitarias son el segundo mayor problema que origina la muerte prematura mundial (OECD, 2012). Sin embargo, uno de los problemas que afecta a los ciudadanos de los países desarrollados no es el acceso al agua potable, sino el de decidir de manera responsable y fundamentada qué tipo de agua de bebida es mejor consumir, del grifo o envasada (embotellada): la controversia ya viene de lejos (Ferrier, 2001). El agua embotellada se ha convertido en un producto de consumo masivo en torno al cual existen múltiples debates abiertos con implicaciones en diferentes aspectos de la vida diaria de las personas, por ejemplo, en torno a la salud (Ferrier, 2001; Royte, 2008), pero también a nivel social con implicaciones éticas, económicas y medioambientales (Gleick y Cooley, 2009). Así, la decisión o no de consumir agua embotellada como alternativa al agua del grifo genera ciertos dilemas que pueden englobarse en el ámbito de los problemas sociocientíficas, que requieren de la toma de

decisiones responsables por parte del consumidor y para las cuales el acceso a la información y el conocimiento científico juegan un papel importante (Siribunnam, Nuangchalerm y Jansawang, 2014).

En este sentido, es importante formar a las nuevas generaciones para que desarrollen una concienciación y un pensamiento crítico sobre este problema. Este pensamiento crítico y las habilidades relacionadas con la interpretación de la información son consideradas importantes para ser adquiridas por todos los ciudadanos como parte de su educación científica (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015). Entre las dimensiones importantes del pensamiento crítico se encuentra la argumentación. Uno de los retos que se presenta en la enseñanza de la argumentación es establecer una cultura argumentativa en el aula que favorezca una evaluación de los argumentos de una manera válida y fiable permitiendo fomentar y apoyar el discurso colaborativo y social de los estudiantes, además de la concienciación del desarrollo profesional de los profesores en argumentación (Henderson, McNeill, González-Howard, Close y Evans, 2018). Son muchos los autores que analizan los argumentos basándose en el modelo de Toulmin (1958), y algunos de ellos consideran que los elementos esenciales de todo argumento válido son: las pruebas (P), la justificaciones (J) y las conclusiones (C) (Jiménez-Aleixandre, 2010).

En un trabajo previo Rodríguez-Mora y Blanco-López (2016) presentan el diseño y análisis de una unidad didáctica completa para la enseñanza de contenidos de química en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), utilizando situaciones cotidianas relacionadas con el consumo de agua de bebida embotellada como contexto de enseñanza. El trabajo que ahora se presenta se centra en la argumentación a partir del análisis de tres de las actividades propuestas por los autores.

Actividades sobre el consumo de agua

La propuesta educativa fue ensayada con 25 estudiantes de tercer curso de ESO en el centro donde trabaja uno de los autores, durante dos cursos académicos, en la materia de Física y Química.

Esta propuesta titulada ¿Es necesario consumir agua embotellada? Rodríguez-Mora y Blanco-López (2016) incluía actividades relacionadas con distintos aspectos de la argumentación. La prueba de evaluación, cumplimentada por los estudiantes tras finalizar la implementación, contenía tres actividades con diferentes niveles de dificultad atendiendo a la procedencia de las pruebas que se necesitaban para realizar una argumentación científica adecuada y a la familiarización de los estudiantes con el contenido concreto de cada una de ellas (tabla 1).

Tabla 1. Nivel de dificultad del enunciado según la aportación de pruebas.

Actividad	Pruebas en el enunciado	Pruebas aportadas por el estudiante	Familiaridad con el contenido	Nivel de dificultad
La pureza del agua	Todas	Ninguna	Alto	N1- Bajo
La cal	Ninguna	Todas	Alto	N2- Medio
El agua de montaña	Ninguna	Todas	Baja	N3- Alto

Se analiza a continuación cada una de las actividades de argumentación recogidas en la tabla 1.

Actividad sobre la pureza del agua

Esta actividad se presentó a los estudiantes con el siguiente enunciado: “Se presenta una etiqueta encontrada en una botella de una marca de agua embotellada (parte anterior y posterior). Léela con atención. ¿Crees tú que esta agua de la botella es *agua pura, verdaderamente pura*

como pone la etiqueta? Justifica tu respuesta a partir de la información (términos o datos) que aparecen en la etiqueta" (figura 1).

Figura 1. Imagen de la actividad sobre la pureza de agua

Su finalidad es evaluar la capacidad de los estudiantes para diferenciar el concepto de "pura" en el ámbito de la química y en el de la vida cotidiana, que es el utilizado en la etiqueta del producto. Este concepto, así como los conocimientos químicos básicos sobre disoluciones, fueron tratados de forma explícita en el desarrollo de la propuesta didáctica.

Desde el punto de vista de las pruebas que se necesitan para responder adecuadamente, estas vienen incluidas en la información que proporciona el texto de la etiqueta. En concreto, se hace referencia a que el agua contiene distintas sustancias, entre ellas "gas".

Tomando en consideración ambos factores, se valora que esta pregunta debería tener tiene un nivel de dificultad bajo (nivel N1) para los estudiantes con los que se ha realizado la experiencia.

Actividad sobre la cal

El enunciado de la actividad es: "Argumenta la veracidad o falsedad de la siguiente afirmación: *El agua embotellada no tiene cal. Solo el agua del grifo tiene cal*. Indica todas las razones que puedas para completar tu respuesta".

Esta actividad recoge una de las creencias más extendidas entre los estudiantes (el agua embotellada está exenta de cal), que la convierten en uno de los principales motivos para elegir este producto como alternativa al agua del grifo, y que precisa de un tratamiento específico en el aula.

Se considera una pregunta de mayor dificultad en cuanto a la capacidad de argumentación (nivel N2) pues las pruebas a aportar no se encuentran de manera explícita en el enunciado teniendo que acudir el estudiante al conocimiento científico previamente trabajado en el aula.

Actividad sobre agua de alta montaña

Se presentó con el siguiente enunciado: "Fíjate en el siguiente anuncio publicitario y léelo detenidamente. Contesta a la siguiente pregunta: *¿Te renovarías igualmente si en vez de beber agua pura de alta montaña bebieras agua del grifo? Explica tu respuesta*" (figura 2).

Se trata de una actividad basada en un anuncio publicitario de una conocida marca da agua de bebida embotellada, que hace alusión al proceso de "renovación" continua que afecta al agua que contiene nuestro cuerpo. Se trata de convencer al consumidor para que este proceso se realice con agua embotellada en vez de con agua del grifo.

Como tarea de argumentación debe considerarse la más compleja (nivel N3), pues el estudiante debe acudir a información variada, no explícitamente trabajada, para construir su discurso argumentativo y aportar las pruebas que considere necesarias para evaluar la afirmación suministrada.

Figura 2. Imagen de la actividad sobre el agua de alta montaña.

Propuesta de evaluación de la capacidad de argumentación

Se presenta una propuesta para la evaluación de la argumentación en las actividades contempladas basada en el esquema de Toulmin (1958), y la progresión en el grado de desempeño de cada uno de los tres elementos básicos de la argumentación (pruebas, justificación y conclusión) según ese esquema.

A continuación se detalla, en la tabla 2, las respuestas correctas, construidas por los investigadores, así como los elementos necesarios para dar un buen argumento en cada una de las actividades.

Tabla 2. Respuestas correctas con los diferentes elementos de un buen argumento.

Actividades	La pureza del agua	La cal	El agua de montaña
Respuesta adecuada	El agua embotellada no es químicamente pura, porque contiene diferentes sustancias disueltas. En la etiqueta se indica que presenta agua con gas, calcio y sodio que hacen del agua embotellada una mezcla homogénea.	El agua embotellada también contiene cal, pues presenta calcio y magnesio. Estas sales son las principales responsables de la dureza del agua, a las que coloquialmente nos referimos como "cal" en el agua.	Me renovaría igualmente bebiendo agua de grifo, pues en el agua de alta montaña como en el agua de grifo existen minerales. Estos minerales son necesarios para renovarme.
Pruebas	En la etiqueta se indica que se trata de agua con gas. Contiene calcio y sodio.	El agua embotellada tiene calcio y magnesio.	El agua de alta montaña contiene minerales. El agua de grifo contiene minerales. Necesitamos agua con minerales para renovarnos.
Justificación	No es químicamente pura, porque contiene distintas sustancias disueltas. El agua embotellada es una mezcla homogénea.	Las sales de calcio y magnesio presentes en el agua son las principales responsables de la dureza del agua, a las que coloquialmente nos referimos como "cal" en el agua.	Como ambas aguas tienen minerales y estos los necesito para renovarme, serían igualmente válidas.
Conclusión	El agua embotellada no es químicamente pura.	El agua embotellada también contiene cal.	Me renovaría igualmente bebiendo agua de alta montaña como de grifo.

Para valorar el grado de desempeño se presenta la rúbrica específica de la actividad “el agua de alta montaña” por tratarse la más compleja de las tres consideradas (figura 3).

Figura 3. Rúbrica específica de evaluación de la actividad del agua de alta montaña.

Consideraciones finales

El presente trabajo muestra como hipótesis una progresión didáctica con actividades para mejorar la capacidad de argumentación científica (Henderson et al., 2018) utilizando el consumo de agua embotellada como contexto de la vida cotidiana (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011); a partir de los datos obtenidos con un grupo de tercero de ESO. Además, se presenta una de las tres rúbricas diseñada por los investigadores para evaluar la calidad de los argumentos realizados por el alumnado, en concreto la diseñada para la actividad de agua de montaña, siguiendo para ello las pautas descritas en Cebrián-Robles et al. (2018). En trabajos futuros se pretende aplicar el mismo contexto de problemas socio-científicos, en torno al consumo de agua de bebida embotellada, a futuros maestros de primaria para formarlos en el uso y enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por MINECO 2017.

Referencias bibliográficas

Blanco-López, Á., España-Ramos, E., González-García, F. J., y Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(2), 164–198.

Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A.-J., y Blanco-López, Á. (2018). Preservice Elementary Science Teachers' Argumentation Competence: Impact of a Training Programme. *Instructional Science*, (Online first), 1–29.

Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., y Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, *90*(2), 227–252.

España-Ramos, E., y Prieto-Ruz, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, (71), 17–24.

Ferrier, C. (2001). Bottled Water: Understanding a Social Phenomenon. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *30*(2), 118–119.

Gleick, P. H., y Cooley, H. S. (2009). Energy implications of bottled water. *Environmental Research Letters: ERL [Web Site]*, *4*(1), 014009.

Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., y Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(1), 5–18.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Barcelona: Graó.

OECD. (2012). *OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction*. Paris: OECD publishing.

Ratcliffe, M., y Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.

Royte, E. (2008). *Bottlemania. How water went on sale and why we bought it*. New York: Bloomsbury.

Sanmartí, N., Burgoa, B., y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, (67), 62–69.

Rodríguez-Mora, F., & Blanco-López, Á. (2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 13(2), 279–300.

Simonneaux, L. (2008). Argumentation in socio-scientific contexts. In S. Erduran (Ed.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 179–199). Dordrecht: Springer.

Siribunnam, S., Nuangchalerm, P., y Jansawang, N. (2014). Socio-Scientific Decision Making in the Science Classroom. *Online Submission*, *5*(4), 1777–1782.

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2003rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Caracterización del aprendizaje basado en proyectos en el ámbito científico-tecnológico en educación secundaria

Miquel Pérez-Torres, Conxita Márquez y Digna Couso

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona

miquel.perez@uab.cat

Resumen:

Ante el auge de la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en múltiples centros de educación secundaria, aparece la necesidad de saber cómo se trabajan las ciencias en este entorno. Nuestro objetivo se centra en diseñar un instrumento en formato de rúbrica que sirva para caracterizar aquellos proyectos del ámbito científico-tecnológico (CT). A partir de las entrevistas semiestructuradas realizadas a 6 profesores de secundaria del ámbito científico con experiencia en el ABP y el análisis de 12 proyectos, se identificaron 6 dimensiones que agrupan diversos aspectos caracterizadores. Las dimensiones resultantes para estructurar la rúbrica fueron: los contenidos, la actividad en el aula, el reto, el producto final, la evaluación y las finalidades.

Palabras clave: proyectos; reto; contenidos; rúbrica; producto final.

Introducción

Actualmente, muchos profesores y centros de secundaria han visto la necesidad de abandonar sus metodologías de enseñanza clásicas para dar paso a otras que resulten más versátiles. Entre éstas, el ABP se sitúa como referente innovador en muchos centros de educación secundaria que buscan un alumnado más participativo en una escuela más conectada con su entorno y que promueva un aprendizaje competencial.

De su concepción inicial, concebida por W. Kilpatrick (1918), el ABP ha evolucionado en diferentes formatos y aproximaciones (Pecore, 2015), aunque mantiene gran parte de la voluntad de ser una *acción con un propósito claro situado en medio de un entorno social*.

En la actualidad, el profesorado muestra una clara inclusión del aprendizaje competencial de las ciencias que también se hace patente en los currículos oficiales (Departament d'Ensenyament, 2016) y que se concretan de un marco global (DeSeCo, 2003) que busca formar a ciudadanos que sepan afrontar futuros retos.

Así también, ha aparecido otra forma de ver la enseñanza de las ciencias que tiene mucho más que ver con las formas de pensar, hacer y comunicar de la comunidad científica que no en la transmisión de información (Izquierdo, Sanmartí, y Espinet, 1999). Esta propuesta es coherente con las nuevas reflexiones sobre qué enseñar en clase de ciencias que hacen los estándares norte americanos (NCR, 2012).

Hoy en día, muchos profesores comparten las innovaciones de ABP que realizan en sus aulas (Domènech-Casal, 2017; Marchán-Carvajal, Palou, Pere, y Domènech-Casal, 2017) y muestran el

alcance que llega a tener esta forma de trabajar. A su vez, estas aportaciones ponen en evidencia la gran diversidad de formatos de proyectos, que abren la reflexión a los motivos que promueven este cambio (Sanmartí, 2016).

Algunos autores han destacado ciertos elementos clave que aparecen en los proyectos (Larmer, Mergendoller, y Boss, 2015; Capraro, R., Capraro, M. y Morgan, 2013) y la importancia que tiene la selección de un bueno contexto de aprendizaje que nos permita llevar a cabo acciones a diferentes niveles (Sanmartí y Márquez, 2017). Aún y así, entre estos estudios hay pocos que hablen de la importancia que juega la selección de los contenidos disciplinares como un elemento principal en el diseño. Y, cuando lo hacen, los contenidos teóricos y prácticos pocas veces se muestran como prácticas integradas.

Objetivos de investigación

1. Determinar los aspectos que caracterizan los proyectos del ámbito científico-tecnológico (CT) en educación secundaria.
2. Desarrollar una rúbrica que permita analizar los proyectos en base a los aspectos encontrados.

Metodología

Para desarrollar ambos objetivos se partió de una muestra de 6 profesores de educación secundaria del ámbito CT. Los participantes tenían experiencia diseñando e implementando proyectos en este ámbito además de haber contribuido en el campo de la didáctica de las ciencias (en investigación e/o innovación). Posteriormente, también se usó el material didáctico i/o guías docentes de 12 proyectos del ámbito CT, 6 de ellos facilitados por los entrevistados y 6 provenientes de un grupo colaborativo de profesores en activo (EduWikiLab) que diseñan e implementan proyectos que comparten en abierto.

La estrategia de recogida y análisis de datos procedió en dos fases. La primera fase consistió en realizar entrevistas semiestructuradas a los profesores. Éstas estuvieron diseñadas a partir una revisión bibliográfica. Las preguntas se enfocaban en conocer la visión que tienen los entrevistados sobre la metodología ABP en relación con distintos aspectos (Figura 1). El contenido de las entrevistas fue analizado mediante su transcripción con el fin de determinar aspectos que se agruparan en unas dimensiones preliminares con las que finalmente construir una rúbrica. Gracias al software *Atlas.ti,* se seleccionaron fragmentos de las transcripciones que fueron categorizados y agrupados en ciertos aspectos que caracterizan los proyectos CT. Por el método de inducción-deducción, estos aspectos fueron renombrados y reorganizados de forma sistemática

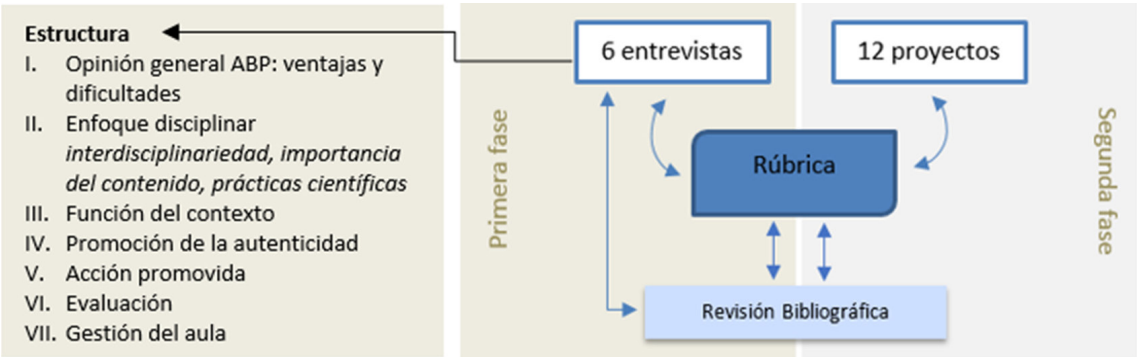


Figura 1. Estructura de la entrevista (izquierda) y esquema de la metodología usada (derecha), las flechas bidireccionales indican procesos de inducción-deducción

de acuerdo con la bibliografía existente hasta definir unas dimensiones que los agruparan. De esta manera, se obtuvieron unas dimensiones que identifican grandes ámbitos a considerar en el ABP y unos aspectos que permiten caracterizar y evaluar proyectos CT.

En la segunda fase, se analizó el contenido del material didáctico de los proyectos de una forma homóloga a las entrevistas. Este análisis permitió acabar de definir los aspectos que agrupan las dimensiones y definir los niveles de la rúbrica. La construcción de los niveles de cada aspecto fue respaldada con el análisis del contenido de las entrevistas siguiendo el mismo método inductivo-deductivo que en la primera fase.

Resultados

Objetivo 1. Aspectos que caracterizan los proyectos del ámbito científico-tecnológico

Todos los entrevistados aportaron reflexiones en relación con diversos aspectos que caracterizan los proyectos y estos se agruparon en 6 dimensiones: La finalidad que se persigue, los contenidos que se trabajan, la actividad que se promueve en el aula, el reto que se plantea, el producto final que se genera y la evaluación (Tabla1).

Tabla 1. Aspectos que caracterizan proyectos de ámbito CT agrupadas en sus diferentes dimensiones.

Dimensión	Aspecto	
Finalidades	Tipología de competencias que se promueven (científica, ciudadana, transversales…)	
Contenidos	Grado de profundidad de los contenidos	Conceptuales
		Procedimental-epistémicos
		Actitudinales y de valores
	Grado de interacción de contenidos de diferentes disciplinas	
	Balance entre contenidos de y sobre ciencias y transversales	
	Uso de contenidos disciplinares para abordar el reto	
Actividad en el aula	Nivel de abertura del proyecto	
	Integración de las prácticas científicas (formas de hacer, pensar y comunicar) en la actividad del aula	Promoción del pensamiento científico (Modelización)
		Promoción del trabajo experimental (Indagación)
		Promoción de las habilidades comunicativas y discursivas (Argumentación)
Reto	Relevancia del contexto donde se enmarca el reto	
	Autenticidad del reto desde la perspectiva científica	
	Tipos de restricciones de aprendizaje en el reto	
Producto final	Proyección externa del producto final	
	Desarrollo del producto final en relación con la acción que implica	
Evaluación	Concordancia entre los criterios de evaluación y los contenidos evaluados	
	Diversidad de formatos de recogida de datos	

A continuación, se describen las dimensiones.

Finalidades

Todos los profesores relacionan el cambio a la metodología de ABP con la finalidad de promover la adquisición de alguna o algunas competencias. Las competencias que más aparecieron fueron: la competencia científica (acentuando las prácticas y actitudes científicas), la competencia ciudadana (más asociadas a valores sociales) y competencias transversales (asociada a habilidades generales de comunicación, creatividad y organización).

Contenidos

El profesorado entrevistado mostró preocupación por los distintos tipos de contenidos que se trabajaban en el aula y su forma de hacerlo. Todos hicieron referencia a que el ABP facilita el trabajo de contenidos transversales, pero mostraron opiniones diversas en relación con la profundidad con la que se trabajaban los distintos contenidos, la interacción y balance entre los mismos, así como el uso de estos contenidos en la resolución del reto planteado. Por ejemplo, uno de los entrevistados comentó que *es importante que los alumnos se den cuenta que, si no dispones de ciertos conocimientos, no se te ocurren nuevas ideas* [para mejorar tu producto].

Actividad en el aula

Ante el tipo de actividades fomentadas en el aula, todos los profesores mencionaron un papel más activo del alumno en las decisiones vinculadas al desarrollo del proyecto y diferentes formas de participar en las prácticas científicas de modelización, argumentación e indagación.

Reto

Los profesores hablaron de la importancia de que el proyecto vaya acompañado de alguna forma de reto con forma de encargo (ya sea interno o externo) o de pregunta o problema investigable. También mencionan la importancia de combinar un reto que sea relevante para el alumno y que sea auténtico desde el punto de vista científico. Los retos también incorporan restricciones de formato y/o que impliquen trabajar ciertas ideas.

Producto final

Las entrevistas también muestran diversidad de formas de definir el producto final, pero todas contienen reflexiones sobre la importancia a que sea evaluable, que dé respuesta a un reto o encargo planteado y la proyección externa que reciba.

Evaluación

Todos los profesores han mostrado dificultades para proponer maneras de evaluar los proyectos y decidir en qué aspectos fijarse. Han comentado que intentan utilizar diferentes herramientas que permitan evaluar diferentes contenidos y competencias de forma sistemática. Todos utilizan alguna estrategia de soporte para recoger pruebas de aprendizaje durante el proyecto, como un diario de equipo o blog virtual. Éste suele usarse también para el trabajo metacognitivo (¿qué he aprendido?, ¿qué no he entendido?, etc.).

Objetivo 2. Rúbrica de análisis de los proyectos científico-tecnológicos

Para construir la rúbrica, se analizó como se concretaban en los proyectos distintos aspectos y se matizaron hasta llegar a definir cuatro niveles de gradación para cada aspecto. El nivel 1 corresponde al nivel más básico con el que se desarrolla el aspecto y el 4, el nivel de mayor dominio de ésta.

Debido a que la rúbrica final está en fase de construcción, como ejemplos representativos se muestran dos aspectos de los contenidos con sus niveles asociados.

Tabla 2. Fracción de rúbrica para analizar proyectos del ámbito CT. El nivel 1 corresponde al nivel más básico de dominio del aspecto y el nivel 4, el de mayor dominio

Aspecto	Nivel	
Grado de interacción de contenidos de diferentes disciplinas	1	Aparecen pocos contenidos propios de la(s) disciplina(s) que participan. Las aportaciones de éstas al proceso del proyecto son limitadas.
	2	Aparecen pocos contenidos disciplinarios y se presentan de forma desconectada. El proyecto tiende a fraccionarse, ausencia de una clara interacción entre disciplinas.
	3	Los contenidos se plantean de forma relacionada entre las distintas disciplinas donde cada una hace una aportación coherente con el encargo.
	4	Aparece(n) una o dos disciplinas centrales que hacen la mayor contribución en el desarrollo del proyecto. Ésta(s) se conjuga(n) con otras que realizan aportaciones a diferentes niveles y que proporcionan herramientas que respaldan la visión de la disciplina central.
Uso de contenidos disciplinares para abordar el reto	1	Aparece contenido inconexo con el proyecto y el reto que propone. Las actividades propuestas están poco enfocadas a facilitar su dominio.
	2	Se trabajan contenidos útiles en la ejecución del proyecto y otros que, aún y ser relevantes en el contexto, no se encuentran en el foco de atención del proyecto.
	3	Se presentan contenidos no indispensables para abordar el reto pero que su dominio supone una gran mejora en el producto final. Se promueve que los alumnos hagan uso de éste.
	4	Los contenidos disciplinares aparecen por demanda expresa de los alumnos para realizar labores del proyecto. Implica que los alumnos tienen que dominar el contenido para adaptarlo a las necesidades del proyecto.

Conclusiones

A partir de los resultados presentados sobre el objetivo 1, se observa como los profesores muestran preocupación sobre qué contenidos deben integrar en esta nueva metodología y como relacionar los contenidos disciplinares entre ellos.

También se aprecia que, para caracterizar los proyectos de ciencias, no sólo se deben considerar aquellos aspectos que responden al cómo deben de ser los proyectos, sino que también es necesario plantearse el qué enseñar y la finalidad con la que se enseña, siendo la evaluación un puente entre los tres aspectos.

A partir de este estudio, también se aprecia que hay ciertos elementos que siempre están presentes en los proyectos de ámbito CT y otros que no siempre lo son. Por ejemplo, las dimensiones como el reto o el producto final siempre están presentes en un formato u otro, mientras que algunos tipos de contenidos pueden aparecer o no según la finalidad que tengamos.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

Referencias bibliográficas

Capraro, R., Capraro, M. & Morgan, J. (2013). *Stem project-based learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach.* https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6

DeSeCoOECD. (2003). The definition and selection of key competencies - Executive Summary. https://doi.org/10.1080/2159676X.2012.712997

Domènech-Casal, J. (2017). Aprendizaje basado en proyectos y competencia científica. Experiencias y propuestas para el método de estudios de caso. In *X Congreso internacional sobre investigación didáctica de las ciencias* (pp. 5177–5183). https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2

Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament. (2016). Competències bàsiques de l'àmbit cientificotecnològic. Extraído de www.gencat.cat/ensenyament%5Cnensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/competencies-basiques/eso/eso-cientificotecnic.pdf

Izquierdo, M., Sanmartí, N., y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, *17*(1), 45–59.

Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19, 319–335.

Larmer, J., Mergendoller, J., y Boss, S. (2015). Gold Standard PBL : Essential Project Design Elements. *Buck Institute for Education*, 1–4.

Marchán-Carvajal, I., Palou, L., Pere, R., y Domènech-Casal, J. (2017). Els contexts quotidians i els Estudis de Cas com a espai didàctic per a l'ensenyament de les Ciències basat en Projectes . *Ciències*, *33*, 8–14.

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.

Pecore, J. L. (2015). From Kilpatrick's project method to project-based learning. *International Handbook Progressive Education*, 155–171.

Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, *472*, 44–46.

Sanmartí, N., y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice*, *1*(1), 3–16.

Caracterización de experiencias innovadoras en ciencias experimentales de la formación inicial de docentes en Uruguay

Silvia Umpiérrez Oroño

Instituto de Educación, Universidad ORT Uruguay e Instituto de Formación Docente de San José, Consejo de Formación en Educación de la Administración Nacional de Educación Pública

silviaumpierrez@yahoo.com.ar

Resumen:

Se presentan resultados de la tesis de doctorado en educación de la autora. Se propuso conocer el surgimiento y la sustentabilidad de proyectos de enseñanza de formación docente en ciencias experimentales, caracterizar las comunidades de profesores a cargo de ellos y sus propósitos. Como resultado fueron detectados cincuenta y seis proyectos; se encuestó a veintinueve. Por medio de técnicas multivariadas se seleccionaron seis para desarrollar un estudio de casos, que incluyó doce entrevistas y análisis documental. Se encontró que los proyectos hallan dificultades en la etapa media de su trayectoria, principalmente en el funcionamiento del equipo docente. Se necesitaría mejorar la implementación a nivel institucional, la divulgación y la evaluación de los proyectos. Los resultados aportan conocimiento en el momento en que la formación docente del país ingresará al nivel universitario.

Palabras clave: formación docente, innovación pedagógica, ciencias experimentales

Introducción

El problema general al que se propuso aportar conocimiento es el desfasaje entre los cambios científicos, tecnológicos y sociales, con los de la educación, particularmente a nivel de la formación de docentes. Mientras que el perfil de ingreso de los estudiantes a las carreras docentes se ha movido hacia los sectores socialmente mas desfavorecidos (Vaillant, 2017), se conserva un formato centrado en los contenidos, que requiere alta presencialidad y extensas jornadas diarias en los centros de formación. En Uruguay ingresan a la formación docente personas que deben trabajar y que portan historias escolares de fracaso (CFE, 2015). No se ha logrado aumentar la matrícula y las tasas de rezago y desafiliación rondan entre el 30 y 40 % en primer año (INEEd, 2017). Los egresados perciben que no fueron formados adecuadamente para un uso pedagógico de las tecnologías de la información y la comunicación (INEEd, 2017).

Se haría necesario entonces, conocer si existen propuestas innovadoras que propicien el acercamiento de las modalidades de formación al actual perfil de ingreso de los estudiantes, a la acelerada producción de conocimiento, al uso pedagógico de las tecnologías y a la demanda social de educadores. Además de ello, de acuerdo a la Ley General de Educación N°18437, la formación docente del país debe alcanzar el nivel universitario. Por tanto, resulta favorable aportar conocimiento que identifique tanto oportunidades como desafíos en el quehacer formativo actual.

La innovación pedagógica consiste en planificar, llevar adelante y evaluar, propuestas disruptivas en las prácticas de enseñanza, orientadas a la mejora (Poggi, 2013). Si bien a nivel mundial el cambio educativo se percibe como frustrante, el estudio de experiencias innovadoras locales podrían ser la clave para la comprensión de los procesos de transformación más globales de la educación (Aguerrondo, 2006; Fullan, 2016).

Aguerrondo (2006), Vaillant (2013), Umpiérrez y Rodríguez (2017) han postulado una serie de etapas para la innovación: gestación, puesta en marcha o movilización, consolidación y permanencia. Para cada una de estas, existirían diferentes obstáculos con que los proyectos locales deben lidiar. Resulta de interés poner en contexto dichos proyectos y analizar cómo avanzan por dichas etapas en las instituciones de formación docente.

Las ciencias experimentales resultan un espacio propicio para la búsqueda de experiencias innovadoras, debido a la forma en que se genera conocimiento y a la predisposición de los científicos a la creatividad, el trabajo por proyectos y la interdisciplinariedad (Flores, Caballero Sahelices y Moreira, 2009; Perales y Guerrero, 2017; Sanmartí y Márquez, 2017).

En esta investigación entonces, se propuso conocer, a nivel nacional, los proyectos de enseñanza en ciencias experimentales de formación inicial de docentes, que se desarrollaren en el marco de programas estatales de innovación. Resultó relevante caracterizar las comunidades docentes que las llevaban a cabo y conocer los propósitos que perseguían. Se analizaron los factores que podrían actuar como obstáculos en el surgimiento y la sustentabilidad de los proyectos, hacia el interior de los equipos docentes y en el contexto institucional.

Metodología

Los datos fueron recogidos entre 2014 y 2015. Consistió en un abordaje mixto, que se inicia con entrevistas a gestores de tres programas de innovación nacional; eso permitió detectar un total de 56 proyectos. Se les aplicó una encuesta on line autoadministrada, que fue respondida por 29. Se seleccionaron seis para un estudio de casos, a través de nueve entrevistas y un estudio documental sobre 72 documentos. Las entrevistas iniciales a los gestores validaron el carácter innovador de las experiencias, mediante la comprensión de sus procedimientos de selección y ajuste a las condiciones que tenía cada uno de los programas para incorporarlas.

La encuesta tenía 54 preguntas, en seis baterías: caracterización del grupo; caracterización de la propuesta; cuestiones didácticas; gestión institucional y recursos; vinculación con la currícula; evaluación y gestión del conocimiento generado. Se solicitaba que fuera respondida por el grupo de docentes. De acuerdo al testeo inicial de la herramienta, se tardaba 40 minutos en responderla.

Se aplicó un estudio multivariado sobre las respuestas codificadas, tratando a cada experiencia como una unidad taxonómica. Se utilizaron dos técnicas: estudio de componentes principales (Benarroch y Núñez, 2015) y estudio de agrupamiento por el método de ligamiento promedio (Gronau y Moran, 2007). El primero proporcionó los caracteres más relevantes para el estudio de casos; el segundo indicó cuáles serían las experiencias a ser seleccionadas como casos.

Se entrevistó en profundidad a los grupos de docentes y a los equipos de dirección de las instituciones de formación donde se desarrollaban. Los guiones de entrevistas, se tejieron en torno a los caracteres más relevantes de acuerdo al estudio de componentes principales.

A lo largo de la investigación se analizaron 74 documentos, que constaban de datos sobre:

a) los programas nacionales de innovación;

b) las experiencias didácticas;

c) los programas curriculares.

Resultados y discusión

Los tres programas nacionales de innovación estudiados, explicitaron su opción sobre proyectos interinstitucionales, interdisciplinares y que incorporaran estudiantes. Básicamente impulsaban la formación de comunidades de aprendizaje. De hecho, de las 56 experiencias iniciales, la mitad eran interdisciplinares. De las 29 que completaron la encuesta, 17 lo eran. De éstas, 10 asociaban disciplinas experimentales, y 7 con otras áreas del conocimiento (lengua, artes, legislación, epistemología, informática). Nueve reunían docentes de más de un centro de formación y solamente cinco tenían estudiantes participando activamente en el equipo. Se percibe por parte de los entrevistados que los proyectos interdisciplinares, interinstitucionales, o que incluyen estudiantes, demandan mayor flexibilidad institucional y personal para el trabajo colaborativo entre docentes de diferentes centros, y en términos de igualdad con los estudiantes.

Se encontró que las experiencias incluían actividades disruptivas en relación a las prácticas cotidianas de aula del contexto: se incorporan temáticas de interés social; proponen conocer de qué manera se construyó el conocimiento científico a ser enseñado; incorporan la generación de conocimiento científico, de software educativo y de programación digital; desarrollan competencias de comunicación científica.

Los principales propósitos perseguidos fueron mejorar la enseñanza de los contenidos y la didáctica de las ciencias experimentales, de los programas curriculares y el Plan de formación. En definitiva, los docentes se plantearon innovar para mejorar la formación en relación a contenidos particulares, más que los aprendizajes, las competencias pedagógicas, o la inclusión socioeducativa.

En la figura 1 puede observarse el número de experiencias en cada etapa; se destaca la caída en la fase de "movilización" (Vaillant, 2013) o "puesta en marcha" (Aguerrondo, 2006). Por un lado, las direcciones de los centros donde se desarrollan son percibidas como aliadas, en mayor medida que los colegas. Pero existen dificultades entre los miembros del equipo en encontrar tiempo para trabajar juntos.

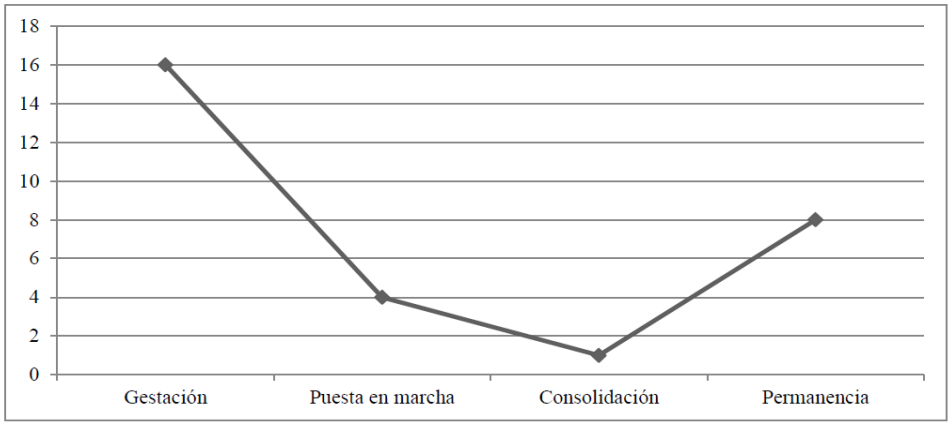


Figura 1. Cantidad de proyectos en las fases de innovación. Extraído de Umpiérrez (2017)

En cuanto al tiempo que lleva transitar por las diferentes etapas, las experiencias con mayor antigüedad (3-4 años promedio) se encontraban en las fases de puesta en marcha y consolidación. Habría por tanto allí, un estancamiento.

Solo cuatro de los proyectos habían realizado una publicación científica indexada; más bien han divulgado su trabajo en publicaciones no indexadas (n=12), en jornadas o congresos (n=11) o a la interna de la institución (n=9).

En la figura 2 se muestran los diferentes grados de acceso a recursos (espacios, tiempos y salariales) que percibían los docentes. Para sustentar el trabajo innovador, se haría necesario proporcionar mejores condiciones de trabajo, principalmente a nivel de tiempos rentados, fuera de las horas de aula, que permitieran la reflexión, la planificación, y la coordinación de las actividades.

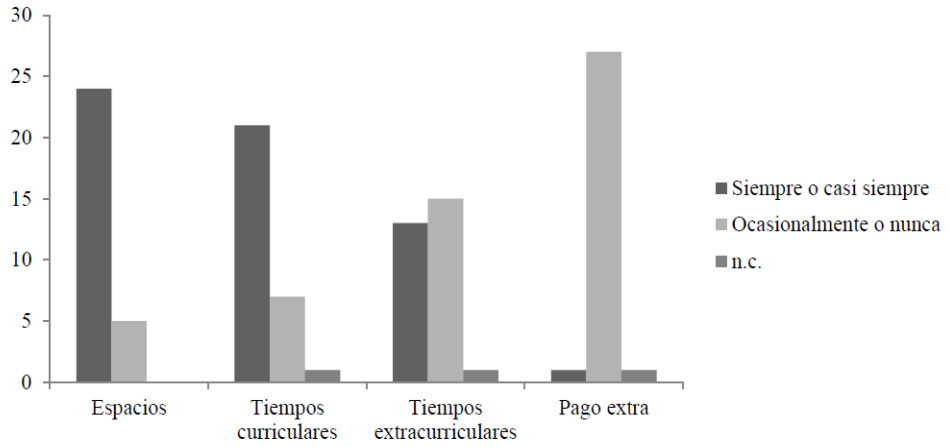


Figura 2. Disponibililidad de recursos por parte de los proyectos. Extraído de Umpiérrez, S. (2017)

Existen espacios y tiempos curriculares para llevar adelante las experiencias, pero no existe una estructura académica que contemple un desempeño de docentes en lapsos compartidos, ni un reconocimiento económico del trabajo del proyecto (en la fig. 2 esto aparece como "pago extra"). Solo 5 de las 29 afirmaron poseer apoyo económico específico, el resto debe utilizar los tiempos tradicionalmente dedicados a otras tareas inherentes al formador.

Conclusiones

La interdisciplinariedad lograda por las experiencias estudiadas es relativamente buena, más marcada hacia el interior de las ciencias experimentales que con otras áreas. Tres elementos atentan contra el logro más pleno en este sentido. En primer lugar incide la cultura de una enseñanza reproduccionista (Marrero, 2017). De acuerdo a Carbonell (2015) ello responde a la tendencia de igualar las estructuras epistemológicas con la "realidad objetiva" (p. 210). En segundo lugar estaría afectando la tradicional competencia por reconocimiento científico y validación social de las culturas académicas humanística y científica (Carbonell, 2015). En tercer lugar, existe una enseñanza centrada en los conocimientos que no ha logrado moverse hacia los nuevos paradigmas que centran la educación en el estudiante y sus aprendizajes más que en los contenidos (Gargallo, et al. 2014). Los tres elementos también indicen en la baja interinstitucionalidad, la poca participación de otros actores en los proyectos (como estudiantes, o docentes de otros centros educativos) y la baja enunciación de propósitos de inclusión de las experiencias innovadoras.

La cantidad de experiencias decae numéricamente y se estanca temporalmente en la etapa de puesta en marcha. El apoyo proporcionado por los equipos de dirección no es suficiente para que la mayoría de los proyectos avance. La progresión por las etapas de la innovación hacia la permanencia mejoraría si existieran más incentivos a nivel de la administración central. Esto no es definitorio, ya que además debe lidiarse con otras cuestiones menos explícitas, como las culturas académicas. Se hace necesario cambiar la concepción profesional de cuáles son las tareas prioritarias del formador. Una de ellas sería incorporar el diseño de propuestas innovadoras como respuesta a las demandas sociales y a los cambios científicos y tecnológicos.

El paso del tiempo no asegura que un proyecto cumpla sus metas. Se debe mejorar el registro sistemático, la evaluación y la divulgación, para poder relacionar empíricamente la innovación con la mejora educativa. Estos resultados aportan conocimiento relevante en un momento coyuntural de la formación docente del país, que ingresará al nivel universitario, y podría ser utilizado en el nuevo diseño académico y curricular que dicho cambio conlleva.

Referencias bibliográficas

Aguerrondo, I. (2006). *Porqué sobrevive la innovación y qué hace que funcione*. Buenos Aires: OECD-OCDE CERI.

Benarroch, A. y Núñez, G. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos. Una propuesta de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias, 33*(2), 9-27.

Carbonell, J. (2015). *Pedagogías del siglo XXI. Alternativas para la innovación educativa (recursos educativos).* Barcelona: Octaedro.

CFE (2015). *Los estudiantes de formación en educación. Estudio sobre datos aportados por el censo de estudiantes del CFE 2014-2015*. Montevideo: CFE.

Flores, J., Caballero Sahelices, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-112.

Fullan, M. (2016). The elusive nature of whole system improvement in education. *J. Educ. Change* (17), 539–544. DOI: 10.1007/s10833-016-9289-1

Gargallo; B., Morera, I., Iborra, S., Climent, M., Navalón, S. y García Félix, E. (2014). Metodología centrada en el aprendizaje. Su impacto en las estrategias de aprendizaje y en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía 72*(259), 415-435.

Gronau, I., y Moran, S. (2007). Optimal implementations of UPGMA and other common clustering algorithms. *Information Processing Letters, 104*(6), 205-210. DOI: 10.1016/j.ipl.2007.07.002

INEEd (2017). *Informe sobre el estado de la educación en Uruguay 2015-2016.* Montevideo: INEEd.

Marrero, A. (2017). Sociedad del conocimiento, investigación y formación docente: un cambio cualitativo para la transformación educativa en Uruguay. *Topos 9*, 1-13.

Perales, F. y Guerrero, G. (2017). Inter y transdisciplinariedad en textos escolares de física: un estudio de dos casos. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 74-89. DOI: 10.17979/arec.2017.1.1.1992

Poggi, M. (2013) (coord.). *Políticas docentes: formación, trabajo y desarrollo profesional*. Buenos Aires: IIPE-UNESCO.

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. DOI: 10.17979/arec.2017.1.1.2020

Umpiérrez, S. (2017). *El itinerario de la innovación pedagógica. Análisis de experiencias didácticas en ciencias experimentales de la formación inicial docente en Uruguay.* Tesis de doctorado. Montevideo: Universidad ORT Uruguay. Recuperado de: https://bibliotecas.ort.edu.uy/bibid/85159/file/3556

Umpiérrez, S. y Rodríguez, E. (2017). Aportes para el diseño de una herramienta para el seguimiento y evaluación de experiencias innovadoras. *REXE,* 16 (31), 107-126.

Vaillant, D. (2013). Las políticas de formación docente en América Latina. Avances y desafíos pendientes. En: M. Poggi (Ed.), *Políticas docentes: formación, trabajo y desarrollo profesional* (pp. 45-58). Buenos Aires: IIPE-Unesco.

Vaillant, D. (2017). Formación inicial de profesores en América Latina. Contexto de actuación, dilemas y desafíos. En: Garrido, J., Vega, V. y Bustos, A. (coords). *De los fundamentos a las prácticas. Algunos desafíos en la formación docente* (pp.19-42). Ediciones Universitarias de Valparaíso: Chile.

El pensamiento del alumnado sobre la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein

Xabier Prado Orbán y José Manuel Domínguez Castiñeiras

Departamento de Didácticas Aplicadas (Área de Didáctica das Ciencias Experimentais).
Universidade de Santiago de Compostela

ddacabdz@gmail.com

Resumen

Se estudian las dificultades del alumnado de pre y postgrado para el aprendizaje de la relatividad especial de Einstein. La información se ha obtenido mediante la revisión de la bibliografía publicada en las revistas de Didáctica de las Ciencias. Estas, se han seleccionado según los índices de impacto JCR, SJR, IN-RECS y ICDS y las bases de datos ERIC y Google Scholar.

Palabras clave: Relatividad especial de Einstein. Dificultades de aprendizaje. Revisión bibliográfica.

Introducción

La complejidad inherente de determinados conceptos relacionados con la teoría de la relatividad especial de Einstein proviene, sobre todo, de la necesidad de realizar una nueva interpretación de fenómenos considerados como "simples" intuitivamente. Esto permite hipotetizar sobre la existencia de ideas alternativas en el alumnado, que van a suponer dificultades específicas de aprendizaje.

Teniendo en cuenta lo dicho, se ha formulado el siguiente objetivo de investigación: *Obtener una visión global sobre la problemática de aprendizaje de la relatividad especial de Einstein, desde la perspectiva del pensamiento del alumnado.*

Para ello se ha realizado una revisión de la bibliografía publicada sobre el tema, que se considera relevante para ayudar: Al profesorado, a fundamentar su acción en el aula y evaluar la evolución del aprendizaje del alumnado. A los investigadores, para el diseño, aplicación y evaluación de propuestas de enseñanza sobre el tema. A ambos, para ahorrar tiempo y esfuerzo en averiguar el conocimiento elaborado con anterioridad, para continuar investigando e innovando. Además, y no menos importante, para contribuir a la alfabetización científica de la población.

Método

Para la selección de la bibliografía analizada se han utilizado las bases de datos y los criterios de selección que se indican a continuación.

Recuperación de la información. Fuentes documentales

La búsqueda de la literatura se ha realizado utilizando las siguientes bases de datos: Journal Citation Reports (JCR), Scimago Journal Rank (SJR), Índice de impacto de revistas españolas de ciencias sociales (IN-RECS, actualizado hasta 2011), Índice compuesto de difusión secundaria (ICDS), Educational Resources Information Center (ERIC) y Google Scholar.

Análisis de la fiabilidad y validez de la información. Criterios de selección

Los criterios de selección se han determinado por:

El objetivo de la revisión bibliográfica: Obtener una visión global sobre la problemática del aprendizaje de la relatividad especial de Einstein, desde la perspectiva del pensamiento del alumnado.

La fiabilidad y validez de los artículos, teniendo en cuenta la calidad metodológica y el cumplimiento de los criterios de calidad científica buscada. Para ello, se han utilizado los índices de valoración de las revistas científicas indicados en las bases de datos citadas.

Categorización de la información y análisis de esta

Para sistematizar los resultados y realizar el análisis y la formulación de conclusiones, se ha establecido la categoría "Pensamiento del alumnado relacionado con la teoría de la relatividad especial de Einstein", que se ha subdividido—teniendo en cuenta los principales conceptos de esta— en las siguientes subcategorías: espacio y tiempo, continuidad y medida, causalidad y simultaneidad, sistema de referencia, energía, masa y luz.

Discusión de resultados

En este apartado, se analizan los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica indicada, categorizando dicha discusión en función de los principales conceptos implícitos en la relatividad especial de Einstein, indicados en el párrafo anterior.

Pensamiento del alumnado relacionado con la teoría de la relatividad especial

Espacio y tiempo

Se ha considerado que la experiencia vital de las personas se estructura fundamentalmente alrededor de la conceptualización del espacio, que a su vez sirve de elemento metafórico para la conceptualización del tiempo. Dado que la teoría de la relatividad cuestiona los conceptos más intuitivos y arraigados en la propia percepción humana, es lógico hipotetizar sobre las resistencias que presentará el alumnado para su aceptación. Hewson y Thorley (1989, p. 548) comprobaron que la idea de "tiempo absoluto" permanece incuestionable, como aquello que "fluye por igual para todos y en todas partes" y que constituye una de las principales dificultades de aprendizaje, pues precisamente una de las consecuencias de la teoría de la relatividad es la desaparición de la noción de tiempo absoluto.

Se infiere de lo anterior que los estudiantes tienen dificultad para conceptualizar la continuidad del espacio y del tiempo cuando se relacionan con la velocidad límite y presentan, además, una resistencia singular a aceptar que las medidas de longitud o de tiempo puedan depender del sistema de referencia, atribuyendo un carácter absoluto a las medidas realizadas en un sistema referencial en reposo con respecto al observador.

Continuidad y medida

En relación con el concepto de continuidad, y en el contexto matemático de la enseñanza del cálculo infinitesimal, Romero (1996, p. 5), establece una distinción nítida entre la noción de continuo numérico —de carácter algorítmico operacional— y el continuo geométrico —de carácter lógico-intuitivo— y pone de manifiesto la aparición de un conflicto cognitivo denominado "fracaso de la unión de la geometría y los números".

La teoría de la relatividad de Einstein vino a cuestionar el propio concepto de medida y, a este respecto, se considera de interés el trabajo de Barrett, Clements, Klanderman, Pennissi y Polaki (2006, p. 189), en el que se pone de manifiesto la necesidad de realizar buenas mediciones antes de abordar conceptos como el de conservación de longitudes.

Se manifiesta una clara evidencia del fracaso de la integración de la geometría y la aritmética y, además, aparecen dificultades en la comparación visual de longitudes entre segmentos con distinta orientación.

Causalidad y simultaneidad

El concepto de causalidad es de suma importancia para una correcta comprensión de la teoría de la relatividad y sus consecuencias. Hewson (1990, p. 170), al analizar las ideas previas sobre la fuerza y el movimiento, otorga un papel epistemológico decisivo a esta relación causa/efecto en la didáctica de las ciencias, donde sirve para interpretar los resultados experimentales e incluso alcanza un papel explicativo superior al de la propia experiencia.

Al cuestionar el "tiempo absoluto", se discuten nociones intuitivas como la de "simultaneidad", por la cual varios eventos que ocurren al mismo tiempo en un sistema de referencia determinado también serían simultáneos en cualquier otro. Scherr, Shaffer y Vokos (2001, pp. 528-533) señalan una relación de errores sobre los citados conceptos: las creencias de que dos eventos son simultáneos si un observador recibe señales de ambos al mismo tiempo, de que la simultaneidad es absoluta y de que cada observador constituye un sistema de referencia diferente.

Sistema de referencia

Hewson (1982) llega a la conclusión de que los estudiantes otorgan un estatus diferente de realidad a las observaciones realizadas desde un sistema de referencia en reposo y otro en movimiento. Al reposo se le atribuye un carácter absoluto y se produce confusión entre el observador y el sistema de referencia. A este respecto, Lanciano (1989, p. 180) indica la importancia del concepto de sistema de referencia y señala la necesidad de hacer énfasis en la influencia de la posición del observador en los resultados obtenidos. Estas ideas constituyen una verdadera dificultad para comprender la teoría de la relatividad, pues parece que, en vez de darnos más seguridad en los fundamentos, introduce una indefinición mayor (de ahí la conocida expresión "todo es relativo" como una definición popular e incorrecta de dicha teoría). Además, tienen dificultad para relacionar las gráficas de espaciotiempo con el movimiento que representan.

Energía

El alumnado considera la energía como algo cuasi material y tiene dificultad para admitir la relación entre los intercambios de energía y el sistema de referencia, sobre todo en el caso del calor (Domínguez Castiñeiras, de Pro Bueno y García Rodeja, 1998).

Según Galili y Kaplan (1997) no es frecuente que en las aulas se contemple la relación entre los intercambios de energía y el sistema de referencia —sobre todo en el caso de la energía cinética o del trabajo—, lo que puede inducir a error si no se tiene en cuenta el proceso desde diversos sistemas de referencia. A este respecto, Tefft y Tefft (2007) consideran la importancia de tratar específicamente los efectos relativistas de carácter energético en la relatividad clásica, como paso previo para la enseñanza de la relatividad especial.

Einstein se refiere a la masa a través de una de sus propiedades, la inercia´´ y, conjuntamente, con la equivalencia entre masa y energía $E = mc^2$, con lo que se incrementarían las dificultades de aprendizaje.

Masa

Doménech, Casasús y Doménech (1993) señalan que los estudiantes presentan confusión entre masa y cantidad de materia y, consideran, que la masa varía con la velocidad. El concepto de masa relativista suscitó una controversia en el ámbito científico, siendo actualmente preferido el concepto de masa invariante, que equivale a la energía total en el sistema referencial en reposo con el centro de masas.

Warren (1976) señala las nociones erróneas de desaparición y aparición de masa en reacciones nucleares, cuyo origen está en la confusión entre la suma de las masas de las partículas que componen un sistema, que puede cambiar, y la masa total del sistema que no cambia.

Para simplificar la problemática expuesta, consideramos que una adecuada visualización geométrica de la teoría de la relatividad llevaría aparejada la comprensión de la masa como el módulo (en el sentido de Minkowski) del par vectorial (p, E). Una misma formulación geométrica permite visualizar que la energía (y no únicamente la masa) es la responsable de las propiedades inerciales de un cuerpo (una partícula o un conjunto de ellas).

Luz

La velocidad de la luz es un elemento clave en la formulación de la teoría de la relatividad, de acuerdo con la cual se trata de una de las constantes fundamentales de la Naturaleza. La idea de velocidad límite está tan asociada a la teoría de la relatividad que se considera prácticamente consubstancial con ella. Sin embargo, determinados experimentos realizados para falsar este valor (Salart, Baas, Branciard, Gisin y Zbinden, 2008) pueden conducir al alumnado a creer que la teoría de la relatividad también es relativa.

Villani e Pacca (1987) encontraron que, incluso alumnado avanzado de universidad utiliza ideas de movimiento absoluto y nociones fluctuantes entre lo real y lo aparente ante cuestiones que involucran la velocidad de la luz y varios observadores.

El carácter límite de la velocidad de la luz se atribuye a una insuficiencia de la técnica actual, manteniéndose la suma de velocidades de Galileo. Existe confusión entre la invarianza de la velocidad de la luz y su característica de velocidad límite. Se relacionan determinados efectos destructivos sobre los objetos con las velocidades elevadas de los mismos. Se atribuyen propiedades mecánicas a la velocidad de la luz en la fórmula de Einstein (que desaparecen cuando se usan unidades en las que $c = 1$).

Conclusiones

El pensamiento de los estudiantes se enfrenta, frecuentemente, con las características contraintuitivas de la teoría de la relatividad, lo que crea la opinión de que se trata de un conocimiento sólo al alcance de un reducido grupo de personas con elevada formación científica en física moderna. Contribuye a consolidar dicha opinión:

- El hecho de que, habitualmente, dicha teoría se presenta mediante formalismos matemáticos complejos: tensores, matrices, números complejos, cuadrivectores, etc.
- Las ideas de los estudiantes —nociones de espacio y tiempo absolutos, energía nuclear asimilada a la combustión—, de tipo intuitivo, u otras que subyacen a comentarios más o menos habituales —*todo es relativo*— y hasta ideas pseudocientíficas, muchas veces relacionadas con la ciencia ficción.
- La gran dificultad que tienen los estudiantes de sustituir los nuevos conceptos relativistas por los de la física clásica ya que aquellos se unen a estos, sin la posibilidad de contar con experiencias concretas y diarias que les permiten aceptar la credibilidad de la nueva teoría o corroborar su eficiencia.
- La influencia de los medios de comunicación que, en ocasiones, usando una terminología poco rigurosa, pueden inducir ideas erróneas.

Consideramos que un adecuado tratamiento didáctico ayudaría a comprender y a valorar dicha teoría, por lo que sugerimos, en el apartado siguiente, algunas implicaciones para la enseñanza.

Implicaciones para la enseñanza

Se han puesto de manifiesto las dificultades que tiene el alumnado de pre y posgrado para aprender la relatividad especial de Einstein, no solo para abordar los aspectos geométricos y algebraicos implicados, sino también para la integración de ambos para aplicar dicha teoría a la explicación de los fenómenos relativistas.

Esto ha supuesto un verdadero reto y hemos utilizado el espacio-tiempo de Minkowski de una forma simplificada, reduciéndolo a dos dimensiones —una espacial y una temporal— para construir un modelo didáctico (Prado, Area, Paredes, Domínguez Castiñeiras, Edelstein y Mira, 2018) mediante el que se ha diseñado, aplicado y evaluado una propuesta de enseñanza (Prado Orbán, 2012). Este tratamiento geométrico-visual no ha supuesto pérdida en el rigor y validez necesarios para explicar la relatividad especial de una forma coherente y asequible para el alumnado. Los resultados han sido esperanzadores y se comunicarán en próximas publicaciones.

Agradecimientos

Al Ministerio de Economía y Competitividad el proyecto EDU2015-66643-C2-2-P.

Referencias bibliográficas

Barrett, J. E., Clements, D. H., Klanderman, D., Pennissi, S. J., y Polaki, M. V. (2006). Students' Coordination of Geometric Reasoning and Measuring Strategies on a Fixed Perimeter Task: Developing Mathematical Understanding of Linear Measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, *37*(3), 187-221. https://eric.ed.gov/?id=EJ765481

Doménech, A., Doménech, T., Cassasus, M. y Bella, T. (1985). El espacio tiempo clásicos y el espacio tiempo de la Relatividad especial. *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra, p. 72. Google Scholar

Doménech, A., Casasús, E. y Doménech, M.T. (1993). The classical concept of mass: theoretical difficulties and students' definitions. *International Journal of Science Education*, *15*(2), 163-173. https://doi.org/10.1080/0950069930150205

Domínguez Castiñeiras, J.M., de Pro Bueno, A. y García Rodeja, E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: Un estudio transversal. *Enseñanza de las ciencias*, *16*(3), 461-475. Google Scholar

Galili, I. y Kaplan, D. (1997). Extending the application of the relativity principle: Some pedagogical advantages. *American Journal of Physics*, *65*(4), 328-335. https://doi.org/10.1119/1.18541

Hewson, P. W. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning. *European Journal of Research in Science Education*, *4*(1), 61-78. https://doi.org/10.1080/0140528820040108

Hewson, P. W. (1990). La enseñanza de 'Fuerza y Movimiento' como cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, *8*(2), 157-171. Google Scholar

Hewson, P. W. y Thorley, N.R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, *11*(5), 541-553 https://doi.org/10.1080/0950069890110506

Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, *7*(2), 173-182. Google Scholar

Prado Orbán, X. (2012). *Diseño e implementación de una propuesta de enseñanza de la relatividad especial en primero de bachillerato, basada en la formulación geométrica de Minkowski* (Tesis de doctorado). Universidade de Santiago de Compostela, Galicia, España. ISBN: 978-84-9887-823-3.

Prado Orbán, X. y Domínguez Castiñeiras, J.M. (2010). A Didactic Proposal for the Visual Teaching of the Theory of Relativity in High School First Course, pp. 297-305. In Taşar & G. Çakmakci (Eds.), *Contemporary Science Education Research: Teaching*. Pegem Akademi: Ankara, Turkey. ISBN: 9786053640301. Google Scholar

Prado, X.; Area, I.; Paredes, A.; Domínguez Castiñeiras, J.M.; Edelstein, J.D. y Mira, J. (2018). Archimedes meets Einstein: a millennial geometric bridge. *European Journal of Physics*, *39*(4). https://doi.org/10.1088/1361-6404/aab12c

Romero, C. (1996). Una investigación sobre los esquemas conceptuales del continuo. *Enseñanza de las Ciencias*, *14*(1), 1-14. Google Scholar

Salart, D., Baas, A., Branciard, C., Gisin, N. y Zbinden, H. (2008). Testing the speed of 'spooky action at a distance'. *Nature*, 454, 861-864. https://doi.org/10.1038/nature07121

Scherr, E. R.; Shaffer, P. S. y Vokos, S. (2001). Student understanding of time in special relativity: Simultaneity and reference frames. *American Journal of Physics*, 69, 24-35. Google Scholar

Tefft, B. J. y Tefft, J. A. (2007). Galilean Relativity and the Work-Kinetic Energy Theorem. *The Physics Teacher*, *45*(4), 218-220. https://doi.org/10.1119/1.2715417

Villani, A. y Pacca, J. (1987). Studensts´ Spontaneous Ideas about the Speed of Light. *International Journal of Science Education*, *9*(1), 55-65. https://doi.org/10.1080/0950069870090107

Warren, J.W. (1976). The mystery of mass-energy. *Physics Education*, *11*(1), 52-54. https://doi.org/10.1088/0031-9120/11/1/006

La comprensión de estudiantes de Educación Secundaria sobre aspectos no-epistémicos de la naturaleza de la ciencia en tres controversias de historia de la ciencia

Antonio García-Carmona[1], **José Antonio Acevedo-Díaz**[2] y **María del Mar Aragón-Méndez**[3]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla
garcia-carmona@us.es

[2]Inspector de Educación jubilado, Huelva. [3]Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz

Resumen:

Se presenta un análisis global de los resultados obtenidos, en tres estudios, sobre la comprensión de aspectos no-epistémicos de la naturaleza de la ciencia (NDC), mediante el uso de controversias de historia de la ciencia (HDC) como contexto de enseñanza/aprendizaje. Las actividades se implementaron en Educación Secundaria (4º ESO, 1º BAC y 2º BAC). El análisis realizado se ha concretado en determinar el número total de referencias en las respuestas de los estudiantes a los descriptores no-epistémicos de las rúbricas de evaluación, y la cantidad de veces que tales descriptores fueron aludidos en total. Se concluye que los estudiantes de Educación Secundaria son capaces de comprender la influencia de los aspectos no-epistémicos de la NDC en las controversias de HDC empleadas, mejorando su comprensión durante el desarrollo de las actividades realizadas.

Palabras clave: aspectos no-epistémicos; educación secundaria; historia de la ciencia; naturaleza de la ciencia.

Introducción

Existe cierto consenso mundial en considerar la naturaleza de la ciencia (NDC) como un conocimiento clave para la alfabetización científica de la ciudadanía. Sin embargo, se cuestionan críticamente qué aspectos de NDC son los más adecuados para el currículo de ciencia en la educación preuniversitaria (Acevedo y García Carmona, 2016; Allchin, 2011; Dagher y Erduran, 2016; Hodson y Wong, 2017; Martins, 2015; entre otros). Hasta ahora, los que han dominado en la bibliografía internacional son los siete principios de Lederman (2007), que constituyen una lista restringida a la naturaleza del conocimiento científico (los productos elaborados por la ciencia). Hoy día, se reclama con vigor que se preste atención también a asuntos de los que se ha ocupado tradicionalmente la sociología de la ciencia (interna y externa a las comunidades científicas), denominados aspectos no-epistémicos de la NDC, dada su influencia en la construcción del conocimiento científico, tanto en el pasado como en el presente (Allchin, 2004).

En la década de 1930, el filósofo positivista Reichenbach diferenció entre el contexto del descubrimiento (ciencia privada) y el contexto de justificación (ciencia publicada). No obstante, para él, los filósofos de la ciencia no deberían ocuparse de la génesis de los descubrimientos científicos, sino de los resultados finales de la investigación científica, expresados en artículos y libros; a saber: los hechos descubiertos, las teorías elaboradas, los métodos lógicos empleados y la justificación empírica de las consecuencias y predicciones derivadas de las teorías (Vázquez,

Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001). Con esta distinción, los aspectos no-epistémicos, que afloran sobre todo en el contexto del descubrimiento, estarían excluidos; con lo cual, la comprensión de la NDC queda reducida a los aspectos epistémicos relativos al conocimiento científico producido. Sin embargo, la filosofía de la ciencia contemporánea ha superado esa dicotomía, y ambos contextos se consideran hoy un continuo inseparable para entender cómo se construye y evoluciona la ciencia (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017a).

Asimismo, cabe resaltar que hay una sorprendente similitud entre la visión positivista de Reichenbach, superada hace años por la filosofía, historia y sociología de la ciencia, y la posición sesgada de los investigadores y educadores de ciencia que consideran que la NDC se refiere solamente a la naturaleza del conocimiento científico producido.

Consideramos que una buena comprensión de los factores epistémicos de la NDC en la educación científica es insuficiente. Los factores no-epistémicos afloran sobre todo cuando la ciencia está en construcción; esto es, en la ciencia punta actual. Ahora bien, debe tenerse en cuenta que las controversias de HDC se refieren a lo que en el pasado era la ciencia en frontera o ciencia punta de entonces.

Como ocurre con los propios científicos, los aspectos no-epistémicos de la NDC están presentes en los razonamientos, argumentos y decisiones que toman las personas al enfrentarse a las complejas cuestiones científicas actuales, que influyen en sus vidas cotidianas (Acevedo, 2006). Por tanto, su inclusión para una alfabetización científica de la ciudadanía más completa resulta imprescindible. Sin embargo, hay un enorme déficit en la bibliografía internacional de investigaciones empíricas, realizadas en el aula con precisión y rigor, que incluyan aspectos no-epistémicos en la comprensión de la NDC.

Objetivo

El propósito de esta comunicación es mostrar la comprensión global de estudiantes de Educación Secundaria sobre diversos factores no-epistémicos de NDC, mediante el análisis de los aspectos citados, y suficientemente argumentados, en tres estudios empíricos de aula. Las actividades analizadas han sido: “Semmelweis y la fiebre puerperal” (4º ESO); “La controversia entre Pasteur y Pouchet sobre la generación espontánea” (1º BAC); y “Rosalind Franklin y la elucidación de la estructura del ADN” (2º BAC).

Marco teórico

La posición que adoptamos sobre qué enseñar de NDC se basa en una perspectiva holística más acorde con la complejidad de la construcción del conocimiento científico (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017a), y coherente con la práctica científica real (Acevedo y García Carmona, 2016). Esta perspectiva incluye aspectos epistémicos de la NDC, relativos al conocimiento científico producido y a los procesos de indagación científica, así como aspectos no-epistémicos internos y externos a la comunidad científica.

El enfoque que se ha seguido respecto a la enseñanza de la NDC ha sido explícito y reflexivo. Explícito, en el sentido de que la NDC se incluye de forma planificada y evaluable como un contenido curricular específico. Y reflexivo porque se plantea a los estudiantes mediante cuestiones para su análisis crítico (Clough, 2011). Para tratar los diversos aspectos de NDC, epistémicos y no-epistémicos, con este enfoque, se ha recurrido a la HDC como contexto, utilizando narraciones de controversias científicas elaboradas por los propios autores de esta comunicación (Acevedo y García-Carmona, 2017; Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017b; entre otros).

Metodología

Contexto académico y breve descripción de la propuesta de enseñanza

Las controversias se implementaron en 4º ESO, 1º BAC y 2º BAC, respectivamente, en un instituto de Educación Secundaria de Cádiz, que acoge a una población de perfil sociocultural medio. La profesora fue la misma en los tres casos. Pueden consultarse detalles de los estudiantes participantes y de las asignaturas en las que se implementaron las controversias en Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez (2017a).

Los textos de las controversias de HDC se adaptaron ligeramente de los preparados originalmente, que estaban destinados a la formación del profesorado, así como las cuestiones de NDC planteadas en el caso de "Semmelweis y la fiebre puerperal". Estas adaptaciones están disponibles como documentos de trabajo (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2015, 2016, 2017c).

Los aspectos no-epistémicos de NDC abordados entre las tres controversias hacen referencia tanto a factores internos como externos a la comunidad científica. A continuación se señalan estos aspectos, indicándose entre paréntesis la controversia en la que han sido tratados.

a) Aspectos internos: (1) comunicación científica: publicaciones, congresos, seminarios, correspondencia privada, etc. (Semmelweis y Generación espontánea); (2) aceptación y rechazo de las teorías científicas por la comunidad científica: comisiones académicas y evaluación por pares académicos (Generación espontánea); (3) habilidades retóricas para persuadir de las ideas propias a los demás (Semmelweis y Generación espontánea); (4) relaciones profesionales entre científicos (Semmelweis y Generación espontánea); (5) cooperación y competitividad científica (ADN); (6) personalidad del científico (Semmelweis); (7) relaciones personales entre científicos (Semmelweis y ADN); (8) valores morales y éticos (ADN); y (9) influencia del género (ADN).

b) Aspectos externos: (1) influencia socio-política: gobiernos, grupos de presión o lobbies, etc. (Generación espontánea); (2) apoyo económico y político a la investigación (Generación espontánea); (3) influencia de la religión (Generación espontánea); (4) contexto histórico, social y cultural (Semmelweis y Generación espontánea); (5) papel de la prensa en la divulgación de la ciencia (Generación espontánea).

En todos los casos, los estudiantes se organizaron en grupos pequeños de trabajo para el desarrollo de las actividades. Se emplearon unas cinco horas en cada implementación, que se estructuraron en tres fases: (1) lectura del relato de la controversia de HDC y respuestas a diversas cuestiones de NDC, a partir de la reflexión y discusión entre los miembros de cada grupo, que se redactaron en un informe inicial; (2) sesión con el grupo-clase, dirigida por la profesora, para que los grupos compartieran y debatieran sus respuestas iniciales; y (3) conclusiones finales de los grupos tras la sesión anterior, que se concretaron en la revisión y reelaboración/ampliación de sus respuestas iniciales. Estas respuestas también se registraron por los grupos en sus informes finales, que entregaron para su evaluación.

Instrumentos de análisis de datos y evaluación

Respecto a la evaluación de aprendizajes sobre NDC, nos alineamos con Allchin (2011), que propone un enfoque contextual mediante el análisis interpretativo de casos actuales e históricos de la ciencia. Por tanto, la metodología de evaluación de los aspectos de NDC abordados con la actividad presenta las características siguientes: (1) es cualitativa; (2) está contextualizada mediante controversias de HDC; (3) es interpretativa a partir de los informes producidos por los estudiantes; y (4) se analiza mediante rúbricas.

Para la evaluación de las respuestas a cada una de las cuestiones planteadas, se estableció una escala de progresión que permitiera el análisis del nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Se decidieron cinco niveles, de 0 a 4, correspondiendo el máximo aprendizaje conseguido al nivel 4. Los descriptores que definen el nivel máximo se establecieron tomando como punto de partida el texto de la narración de HDC, los puntos de vista actuales sobre la NDC, y la información proporcionada por las respuestas de los grupos. Estos descriptores se modificaron y reestructuraron varias veces hasta ser consensuados por los autores de este trabajo. Los diferentes niveles de progresión y los descriptores correspondientes se recogieron posteriormente en una rúbrica de evaluación para cada controversia empleada. Como ejemplo, se muestra la parte de la rúbrica correspondiente a la sexta cuestión de la controversia entre Pasteur y Pouchet sobre la generación espontánea (tabla 1).

Tabla 1. Rúbrica de evaluación de la sexta cuestión de la controversia entre Pasteur y Pouchet sobre la generación espontánea

C6. ¿Crees que influyó la religión en la controversia? ¿Por qué?				
Nivel 4 (máximo)	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Se considera que hubo influencia de la religión en la controversia, y se dan, al menos, 3 de los argumentos siguientes: 1) Pasteur pretendía rebatir el materialismo ateo, que se asociaba a la generación espontánea. 2) Pouchet afirmaba que la negación de su teoría sobre la generación espontánea equivalía a adoptar una posición atea y caer en el darwinismo. 3) Ambos científicos usaron la religión para rebatir las ideas contrarias a sus teorías. 4) Tanto ateos como burgueses católicos asociaron la generación espontánea al darwinismo para prescindir de la existencia de Dios.	Se considera la influencia de la religión, y se aportan 2 argumentos del nivel 4.	Se considera la influencia de la religión, y se aporta 1 argumento del nivel 4.	Se considera la influencia de la religión, pero no se aportan argumentos.	No se considera la influencia de la religión.

La validez y fiabilidad de este sistema de evaluación fueron establecidas mediante procesos iterativos de análisis inter e intra-jueces iterativos, realizados por los autores, y el uso de descriptores de baja inferencia; ambos muy recurrentes y apropiados en investigaciones cualitativas como esta (Seale, 1999).

Para abordar el objetivo de esta comunicación, se ha realizado un análisis del número total de referencias de los equipos a los descriptores no-epistémicos, establecidos en las rúbricas de evaluación, y de la cantidad de veces que tales descriptores fueron aludidos como argumentos en conjunto.

Resultados

El número total de descriptores no-epistémicos citados de las rúbricas (tabla 2) fue más elevado en los informes finales (95%) que en los iniciales (68%). Asimismo, la cantidad de veces que se citaron en total tales descriptores aumentó notablemente, aproximadamente el doble, en

los informes finales respecto de los iniciales. Puede comprobarse que este incremento es muy similar en cada una de las tres controversias de HDC implementadas. Asimismo, cabe señalar que, si bien esta comprensión ya se manifestó de manera suficiente en los informes iniciales elaborados, mejoró en los informes finales. En consecuencia, estos resultados muestran que los estudiantes de Educación Secundaria son capaces de apreciar y comprender la influencia de los aspectos no-epistémicos de la NDC en las controversias tratadas.

Tabla 2. Aspectos no-epistémicos de NDC relativos a las tres controversias de HDC implementadas

Controversias	Nº de grupos	Nº de descriptores de las rúbricas	Nº de descriptores citados		Nº de veces que se citan los descriptores	
			Inicial	Final	Inicial	Final
Semmelweis	5	11	7	11	14	29
ADN	4	4	3	4	5	12
Generación espontánea	5	23	16	21	34	68
TOTAL	14	38	26 (68%)	36 (95%)	53	109

En la obtención de los resultados finales, hay que resaltar la influencia que tuvo la sesión con el grupo-clase, en la que se debatieron las ideas que los grupos plasmaron en los informes iniciales. Para ello, el papel de la profesora durante esta sesión resultó clave.

Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es la gran eficiencia que, para la comprensión de los aspectos no-epistémicos de NDC seleccionados, han mostrado tener las actividades de análisis crítico-reflexivo de las tres controversias implementadas. El trabajo en grupo y, sobre todo, los debates en las sesiones con el grupo-clase, dirigidas por la profesora, favorecieron que las concepciones de los estudiantes de ESO y BAC mejorasen. En consecuencia, consideramos que son necesarios más estudios empíricos en el aula que presten atención a la comprensión de aspectos no-epistémicos de la NDC, de modo conjunto y equilibrado con los epistémicos.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J. A. (2006). Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *3*(3), 369-390.

Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13*(1), 3-19.

Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Madrid: Los Libros de la Catarata.

Acevedo, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2015). *Semmelweis y la fiebre puerperal – Texto de Historia de la Ciencia para Educación Secundaria Obligatoria*. Documento de trabajo. Recuperado de ResearchGate. DOI: 10.13140/RG.2.1.4404.0087

Acevedo, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2016). *Rosalind Franklin y la doble hélice del ADN - Texto de Historia de la Ciencia para Educación Secundaria (17-18 años de edad)*. Recuperado de Research Gate. DOI: 10.13140/RG.2.2.36750.97603

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón-Méndez, M. M. (2017a). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia. Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Madrid: OEI.

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017b). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, *28*(3), 140-146.

Acevedo, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017c). *La controversia entre Pasteur y Pouchet sobre la generación espontánea – Texto de Historia de la Ciencia para Educación Secundaria (17-18 años de edad)*. Recuperado de Research Gate. DOI: 10.13140/RG.2.2.13633.56162

Allchin, D. (2004). Should the sociology of science be rated X? *Science Education*, *88*(6), 934946.

Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education, 95*(3), 518-542.

Clough M.P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science & Education*, *20*(7-8), 701-717.

Dagher, Z. R. y Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? *Science & Education*, *25*(1-2), 147-164.

Hodson, D. y Wong, S. L. (2017). Going Beyond the Consensus View: Broadening and Enriching the Scope of NOS-Oriented Curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *17*(1), 3-17.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em "temas" e "questões". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *32*(3),703-737.

Seale, C. (1999). *The quality of qualitative research. Introducing qualitative methods series*. London: Sage.

Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, *4*, 135-176.

La Argumentación en futuros docentes a partir de un debate sobre la instalación de antenas para la telefonía móvil

Natalia Jiménez Tenorio, Juan José Vicente Martorell, Lourdes Aragón y José Mª Oliva Martínez

Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Cádiz

natalia.jimenez@uca.es

Resumen:

La argumentación en ciencia es una de las competencias que se debería trabajar de manera explícita con mayor profundidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El propósito de este trabajo es evaluar la calidad de los argumentos que presentan maestros en formación inicial en una actividad de debate sociocientífico en la fase inicial de una propuesta didáctica de corte argumentativa. La información fue recogida a través de informes individuales analizados utilizando el método de cluster basado en el modelo de análisis de la argumentación de Toulmin. Los resultados muestran que la mayoría de los alumnos se encuentran en niveles IV y V de argumentación, sin embargo denotan dificultad a la hora de desarrollar un discurso escrito, por lo que es necesario seguir avanzando desde la formación inicial del profesorado en el desarrollo de propuestas que vayan en esta dirección.

Palabras clave: Argumentación; estrategia didáctica, modelo de Toulmin; campos electromagnéticos; formación inicial de profesorado.

Planteamiento del problema

El tema de la telefonía móvil y la instalación de antenas y repetidores para obtener mayor cobertura y servicio a la ciudadanía pueden suponer una oportunidad para estimular a los estudiantes y mejorar la toma de decisiones sobre problemas sociocientíficos. Sin embargo, en nuestras clases de formación inicial de maestros, hemos observado grandes dificultades a la hora de expresar una idea u opinión, tanto oral como por escrito, y más concretamente cuando se trata de cuestiones de ciencia. Además, cuando les preguntamos a nuestros alumnos sobre su contacto con la ciencia, manifiestan ser escaso, tanto a nivel académico como en su vida cotidiana. En este sentido, experiencias como la que se muestra en este trabajo puede suponer una buena oportunidad para acercar las cuestiones sociocientíficas a sus vidas y promover una adecuada alfabetización científica.

Marco teórico

El lenguaje forma parte de nuestra vida y es fundamental para la comprensión, aprendizaje y adquisición de conceptos y conocimientos. Tiene un papel primordial en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y en particular con la construcción social del conocimiento. Asimismo, la

comunicación y el lenguaje juegan también un importante papel en la construcción del conocimiento científico (los científicos necesitan, leer, construir significados, escribir textos y comunicar sus ideas científicas), y desde la didáctica de las ciencias se reconoce la importancia de las prácticas discursivas en la construcción y aprendizaje de dicho conocimiento científico. Es por ello que hoy en día, la argumentación se considera uno de los principales pilares en el aprendizaje de las ciencias (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2008) en correspondencia con las prácticas científicas de indagación y modelización (Jiménez-Aleixandre, 2012).

La utilización de controversias sociocientíficas y de la argumentación en el aula de ciencia promueve el desarrollo de la competencia científica ya que desarrolla la utilización de pruebas científicas para elaborar y comunicar conclusiones y para identificar los supuestos, pruebas y razonamientos que las sustentan (OCDE, 2006). Así, Campaner y De Longhi (2007) defienden que los debates favorecen el intercambio de opiniones, la generación de comentarios adecuados, el enriquecimiento del diálogo, etc.

Existen numerosas investigaciones sobre la argumentación desde el campo de la lingüística en general (Camps y Dolz, 1995) y de la ciencia en particular (Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003), y hay diferentes formas de evaluar la calidad de la argumentación dependiendo del contexto en el que se produce (Maguregi, Uskola y Burgoa, 2017). Sin embargo, la mayoría de los autores para el análisis estructural de los textos argumentativos de ciencias se basan en el modelo de Toulmin.

Toulmin (1958) construye un modelo teniendo en cuenta los diferentes elementos y sus relaciones que pueden contener una argumentación. Es por ello que se convierte en una herramienta útil para analizar la escritura de cualquier texto. De hecho, Rodríguez (2004) opina que se trata de un modelo aplicable incluso a argumentos de tipo social.

En este contexto, entendemos que debemos enseñar la argumentación a través de la práctica. Por ello, es importante plantear situaciones de aprendizaje en las que los estudiantes discutan, y tareas que requieran un papel activo de los mismos elaborando textos y discusiones argumentativas científicas, es decir, fomentar "hablar ciencia" y "escribir ciencia" en el aula (Sanmartí, 2007).

Escenario formativo

Este estudio se enmarca dentro de un proyecto de innovación y mejora docente puesto en marcha durante el curso académico 2017-2018 en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I del tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar la argumentación de los estudiantes en contextos sociocientíficos a partir de actividades que implican comunicar, reflexionar, relacionar datos y conclusiones, y evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes. Para promover en los estudiantes la argumentación de forma sistémica y con un enfoque más estructurado, se diseñan una serie actividades distribuidas en cada una de los bloques en los que se estructura la asignatura y en las que a través de ellas los alumnos no solo hacen y aprenden ciencia, también hablan y escriben de ciencia. La experiencia presentada en este trabajo se encuadra en el primer bloque de la asignatura, en el cual se abordan las finalidades y problemática de la educación científica en la educación Primaria.

Diseño de la investigación

El objetivo de este trabajo es analizar el nivel de complejidad de la argumentación de los alumnos al principio del curso antes de realizar ninguna experiencia formativa. La investigación se enmarca en la primera fase de la propuesta didáctica. Se trata de una fase de diagnóstico cuyo objetivo es contextualizar y detectar cómo argumentan y qué entienden nuestros alumnos por argumentar.

El estudio se ha realizado sobre uno de los tres grupos-clases del tercer curso del Grado en Educación Infantil en el curso 2017-2018. Este grupo está integrado por 50 alumnos que se organizaron en 12 equipos de trabajo constituidos por 4 o 5 alumnos cada uno.

La actividad objeto de análisis fue diseñada para el primer bloque de la asignatura con una duración de dos sesiones de trabajo (3 h). La noticia aparecida en prensa "Los Villares dice 'no' a las antenas para la telefonía móvil"[1] nos sirve como punto de partida de una controversia sociocientífica planteada en torno a la siguiente pregunta: "¿son las telefonías móviles perjudiciales para la salud?". Ésta es el detonante del diseño de una actividad que permite promover la argumentación y el desarrollo del pensamiento crítico de los futuros maestros, aspectos fundamentales en sus posteriores actuaciones profesionales. Los equipos de trabajo, tras consultar varios documentos facilitados por los docentes con distintos puntos de vista sobre el tema en cuestión, llegaron a un consenso sobre la peligrosidad de los teléfonos móviles y sus antenas para la salud. Posteriormente, se realizó un debate finalizando con la votación de cada grupo.

Los documentos consultados incluían noticias aparecidas en prensa, blog de opinión, una hoja descriptiva de la Organización Mundial de la Salud (OMS), una hoja informativa del Instituto Nacional del Cáncer (NCI) de los EE. UU., un documento publicado en la web de la Sociedad para el Avance del Pensamiento Crítico y un documento que recoge la oposición de la asociación de vecinos del Bajo Albayzín (Granada) a la instalación de telefonía.

Las producciones de la actividad consistieron en: un informe con la argumentación del voto de cada miembro del grupo, el orden de importancia dado a los documentos consultados y el voto consensuado y argumentado del grupo, y un audio grabado durante todo el proceso de discusión y toma de decisión del grupo.

Para medir la complejidad de la argumentación inicial de los alumnos, se analizaron las explicaciones de los votos individuales de un total de 50 alumnos (9 fueron descartados por su bajo nivel de elaboración). Para ello, se llevó a cabo un análisis cuantitativo utilizando el método del cluster (Erduran, Simon y Osborne, 2004). Éste consiste en un análisis del discurso identificando distintos elementos que se encuentran conectados a través de relaciones lógicas concretas, para posteriormente, clasificar la argumentación en base a la diversidad de elementos utilizados. Este método, basado en el modelo de Toulmin, identifica los siguientes elementos en una argumentación: datos (D), justificación (J), razones o argumentos (R), fundamentación (F), refutación u objeciones (Ref), validez (V) y conclusiones (C). Así, la estructura mínima es aquella que está formada por los tres elementos básicos "DJC", siendo ésta considerada como una argumentación de nivel III. A partir de aquí, en función del número de elementos presentes, subirá de nivel de complejidad de la argumentación, siendo la estructura más compleja aquella que incluya los siete elementos anteriores (nivel VII: DJRFRefVC). El nivel de argumentación de los estudiantes fue analizado de manera conjunta por dos de los autores del trabajo, que consensuaron posiciones y decisiones en todo momento. Cuando no existía acuerdo entraba en juego el tercer autor.

Asimismo, a partir del orden de importancia asignado por los alumnos según su criterio a los distintos documentos de consulta se evalúa la capacidad de análisis crítico de los alumnos sobre las pruebas consultadas y la validez que le otorgan a las distintas fuentes, aspectos importantes no sólo para la realización de una correcta argumentación sino para su participación como ciudadanos en una sociedad democrática en la toma de decisiones de carácter científico-tecnológicos.

1 "Los Villares dice 'no' a las antenas para la telefonía móvil" (*El País*, 23 de agosto 2007). Recuperado de https://elpais.com/tecnologia/2007/08/23/actualidad/1187857685_850215.html

Resultados y discusión

Se muestra en la figura 1 los resultados obtenidos del análisis de las argumentaciones escritas y elaboradoras por los futuros maestros en la actividad planteada. Se observa que los mayores porcentajes de alumnos se encuentran en los niveles IV y V de argumentación con un 31,7% y un 36,6%, respectivamente. El 15,2% del alumnado presenta un nivel de argumentación de orden III, siendo menos frecuente encontrar argumentos de orden VI y VII.

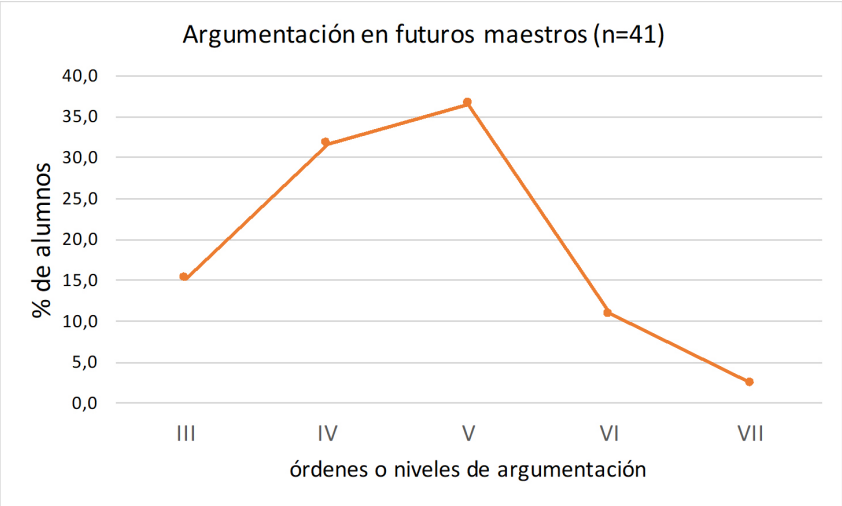


Figura 1. Resultados obtenidos del nivel de complejidad en las argumentaciones estimadas mediante el método cluster (Fuente: elaboración propia)

Con respecto a los niveles de argumentación más frecuentes encontrados en el alumnado, se pueden observar distintas combinaciones. De las 15 argumentaciones establecidas de orden V, los cinco elementos se combinan de varias maneras posibles, aunque predominan algunas con respecto a otras. Así, en 5 de ellas se identifican los siguientes elementos: DJFRefC y en otras 5 muestran la combinación DJFVC. La figura 2 muestra un ejemplo de argumentos de orden V indicados anteriormente.

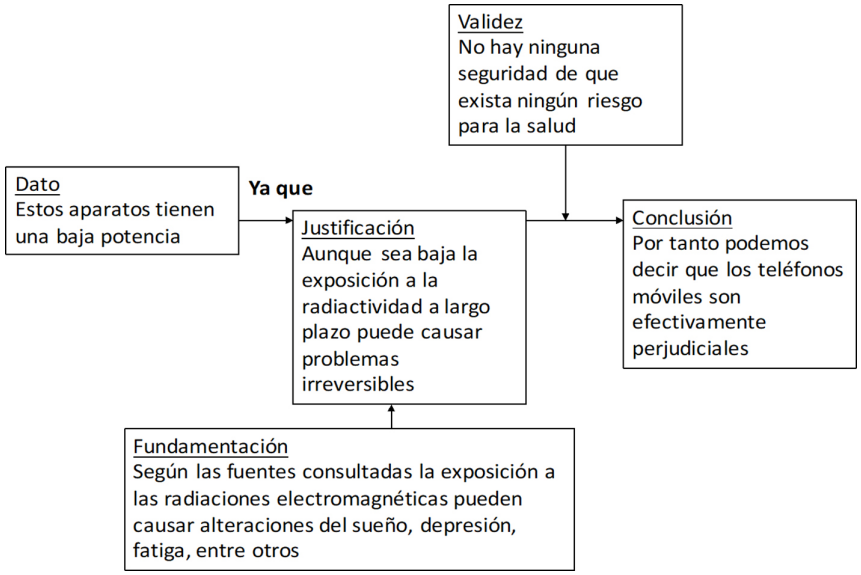


Figura 2. Ejemplo de argumento expuesto por los estudiantes de orden V en la combinación predominante DJFVC.

Finalmente, en relación a la influencia que han tenido las fuentes consultadas en el voto de los alumnos, observamos que los documentos de consulta mayormente seleccionados han sido un documento técnico aparecido en la página web ARP- Sociedad para el Avance del Pensamiento Crítico y una entrada aparecida en el blog de ciencia del periódico Libertad Digital. Ambos muestran que las investigaciones realizadas hasta el momento no han conseguido demostrar que exista relación entre la telefonía móvil y riesgos para la salud como el cáncer.

Los siguientes documentos en orden de importancia han sido la hoja informativa de la OMS en la que se decide incluir los campos de frecuencia electromagnética, como los que desprenden los móviles, en la categoría de compuestos posiblemente carcinógenos para los humanos y la noticia aparecida en prensa que informa de esta decisión. Es destacable que la hoja informativa publicada en la web del Instituto Nacional del Cáncer (NCI) de los EE.UU aparece en el quinto lugar de esta lista. El último lugar lo ocupa el documento que recoge la oposición de un barrio de Granada a la instalación de telefonía. Estos resultados hacen pensar que los alumnos dan una mayor credibilidad y valor a aquellas fuentes que refuerzan sus ideas preconcebidas sobre el tema, dando prioridad a aquellas fuentes que transmiten el mensaje de una manera más directa y clara sin entrar a analizar de forma crítica la fiabilidad de las fuentes.

Conclusiones

Con este tipo de actividades educativas planteadas en la formación inicial del profesorado se potencia el pensamiento crítico. Además, se encuentran muy en consonancia con la visión actual de la enseñanza de las ciencias, como es formar a ciudadanos críticos y reflexivos ante la información que reciban, y competentes para ofrecer opiniones argumentadas a la hora de tomar decisiones en su vida diaria y en sus futuras acciones como docentes. Sin embargo, somos conscientes de la necesidad de seguir indagando en secuencias didácticas donde la argumentación esté más presente y plantear, desde la asignatura del Grado en Educación Primaria, estrategias que promuevan la argumentación. Algunos estudios muestran que los estudiantes valoran muy positivamente los debates sociocientíficos llegando incluso a conseguir un cambio de actitud en ellos y mejorando su rendimiento académico (Ruiz, Solbes y Furió, 2003).

Referencias bibliográficas

Campaner, G. y De Longhi, A.L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.

Camps, A. y Dotz, J. (1995). Introducción: enseñar a argumentar, un desafío para la escuela actual. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 5-8.

Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2008). *Argumentation in science education*. Berlin: Springer.

Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88, 915-933.

Maguregi, G., Uskola, A. y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29-50.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 359-370.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2012). Las prácticas científicas en la investigación y en el aula de ciencias. Conferencia plenaria. En: *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9-14.

OCDE (2006) PISA 2006. *Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana Educación S.L.

Rodríguez, L.I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 2-18.

Ruiz, J.J., Solbes, J., y Furió, C. (2003). Los debates sociocientíficos: un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química. En *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 3126-3131.

Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En P. Fernández (coodra.), *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo (pp. 103-128)*. Colección Aulas de Verano. Madrid: MEC.

Toulmin, S. (1958). The use of argument. Cambridge: University Press.

Análisis de la inclusión de imágenes en cuestionarios STEM en el alumnado de 4º y 6º de Educación Primaria

Paula Santiago-Gutiérrez, Guadalupe Martínez-Borreguero, Milagros Mateos-Núñez y Francisco Luis Naranjo-Correa

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

naranjo@unex.es

Resumen

El objetivo del estudio ha sido analizar si la inclusión de imágenes en cuestionarios sobre contenidos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathemathics) en la etapa de Educación Primaria modifica las respuestas del alumnado. La muestra ha estado compuesta por 114 estudiantes de Primaria. El diseño de la investigación ha sido de tipo quasi-experimental con post-test, grupo de control y grupo experimental. Como instrumento de medida se diseñaron dos cuestionarios similares, uno con imágenes (grupo experimental) y otro sin imágenes (grupo de control). Los resultados revelan que el uso de imágenes en los cuestionarios influye en las respuestas que da el alumnado en determinados ítems dependiendo de variables como tipología de la imagen, contenido de la pregunta y nivel académico. Por otro lado, no existen diferencias estadísticamente significativas en función de la variable género.

Palabras clave: Educación Primaria, enseñanza de las ciencias, STEM, preconcepciones, imágenes externas.

Introducción

La imagen puede constituir un recurso didáctico potencialmente útil en la enseñanza de las diferentes disciplinas, y más concretamente, en la enseñanza-aprendizaje de materias donde el nivel de abstracción requerido es más elevado, como es el caso de los contenidos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathemathics). Investigaciones en didáctica de las ciencias (Stylianidou y Ogborn, 2002, Perales, 2008; Testa, Monroy y Sassi, 2002; Otero, Moreira y Greca, 2002), han centrado su atención en el uso y características de las imágenes como elementos facilitadores del proceso de comprensión de contenidos de ciencias. Sin embargo, la función de la imagen dentro de la educación es un tema que ha suscitado contradicción en estudios previos. Bachelard (1995) considera que las imágenes son una distracción para comunicar conocimientos científicos, sin embargo, otros (Pinto, y Ametller, 2002) ponen en valor la importancia de la imagen, indicando que el recuerdo de elementos textuales o verbales mejora cuando se utilizan. Autores como (Levin, Anglin, y Carney, 1987) revelan que la imagen utilizada debe estar en consonancia con el texto, ya que una imagen que sólo sea decorativa, no va a mejorar el aprendizaje del alumnado sobre ese contenido. Por ello, el diseño, la elección y el potencial educativo de la imagen, exige seleccionarla adecuadamente (Perales, 2008). La investigación presentada va en la línea de los trabajos de Otero y Greca (2004), quienes señalan que las imágenes desempeñan funciones positivas en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, como representar gráficamente lo descrito en el texto, reforzar el aprendizaje, ayudar a crear representaciones mentales o reducir el nivel de abstracción de los conceptos científicos. Fanaro, Otero, y Greca (2005), añaden

que el interés por las imágenes externas y su uso escolar es relativamente reciente, por lo que no existen muchos estudios que aborden el tema. Por ello, en esta investigación se ha optado por profundizar en el tema y conocer algunas de las posibilidades de este recurso, por ejemplo, cuando se incluyen en los cuestionarios de ciencias en la etapa de primaria.

Metodología

El objetivo general ha sido analizar si la inclusión de imágenes en cuestionarios sobre contenidos STEM en la etapa de Educación Primaria modifica las respuestas del alumnado. El diseño de la investigación ha sido cuasi-experimental de tipo cuantitativo. La muestra seleccionada ha estado compuesta por 114 alumnos de 4º y 6º de primaria, divididos aleatoriamente en cada nivel en subgrupos, grupos de control y experimentales. Como instrumento de medida se han elaborado dos cuestionarios cerrados de 22 ítems. Las preguntas se clasificaron en 4 categorías, *la mate*ria (7 preguntas), *energía y electricidad* (6 preguntas), *fuerzas y magnetismo* (7 preguntas) y 2 preguntas de *operaciones matemáticas*. Las cuestiones son iguales en ambos cuestionarios salvo que el test del grupo experimental (n=53) contiene imágenes aclaratorias y el test del grupo de control (n=61) es sólo con texto. El test de control fue realizado tanto por alumnos de 4º (n= 30, GC1) como por alumnos de 6º (n= 3, GC2). El test con imágenes fue realizado por 4º (n = 25, GE1) y por 6º (n = 28, GE2).

Resultados

En términos generales, el análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos revela que los alumnos pertenecientes al grupo experimental no obtienen mejores resultados en todas las preguntas del cuestionario. Esto puede ser debido a que la imagen seleccionada en los ítems ha funcionado como distractor en algunos casos, como se presenta más adelante en los ejemplos seleccionados. Se muestran los resultados extraídos de forma global en los grupos de control y experimental de cada nivel académico para establecer un análisis comparativo entre la variable objeto de estudio (inclusión de la imagen) y entre cursos académicos (4º y 6º de primaria). La tabla 1 representa los estadísticos descriptivos en 4º y 6º de Educación Primaria.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de 4º y 6º de Educación Primaria.

Curso	Cuestionario	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar
4º	Grupo de control 1 (GC1)	5,242	0,207	1,137
	Grupo experimental 1 (GE1)	4,576	0,268	1,343
6º	Grupo de control 2 (GC2)	5,498	0,175	0,977
	Grupo experimental 2 (GE2)	5,539	0,262	1,391

Se puede observar (tabla 1) que las puntuaciones medias obtenidas por los alumnos son más favorables al realizar el test sin imágenes (GC1) frente al con imágenes (GE1) en 4º de primaria. Sin embargo, el promedio de aciertos del alumnado de 6º es mejor en el grupo Experimental (GE2) que en el grupo de control (GC2). No obstante, el análisis estadístico inferencial realizado en función de la variable *tipo de cuestionario*, reveló que esta variable no producía diferencias estadísticamente significativas, ni en 4º (Sig. = 0,051) ni en 6º (Sig. = 0,896). Estos resultados globales en términos del promedio de aciertos, parecen indicar que la imagen no ha propiciado el recuerdo de los contenidos científicos en el alumnado de los grupos experimentales. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Otero, Greca y Lang da Silveira (2003) que no encon-

traron diferencias significativas entre el rendimiento medio del grupo que trabajó con imágenes externas y el grupo que trabajó de manera tradicional en el aula de física. Con respecto a la variable género, es interesante destacar que, tras hacer un análisis inferencial, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el dominio cognitivo de los alumnos en función de esta variable. Por otro lado, se detecta un mejor promedio de aciertos en 6º que en 4º, aunque no hay diferencias relevantes en estos niveles. Por este motivo, se muestra a continuación los resultados del estudio en función de la variable *tipo de cuestionario*, e independientemente de la variable *curso académico*.

La figura 1 presenta el promedio de aciertos en cada una de las preguntas del test para el grupo de control y el grupo experimental independientemente del curso académico.

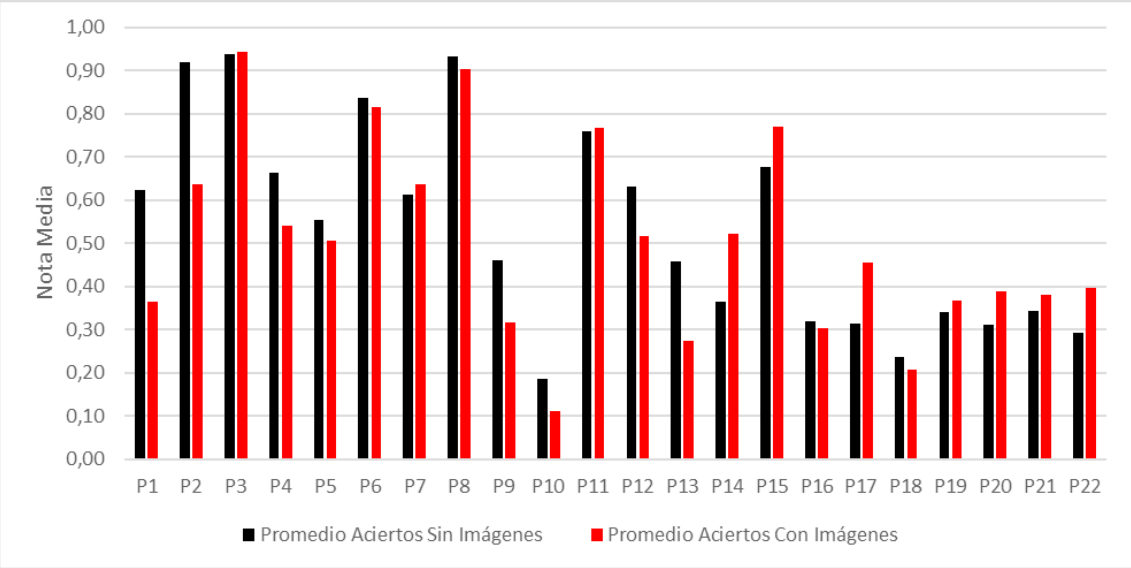


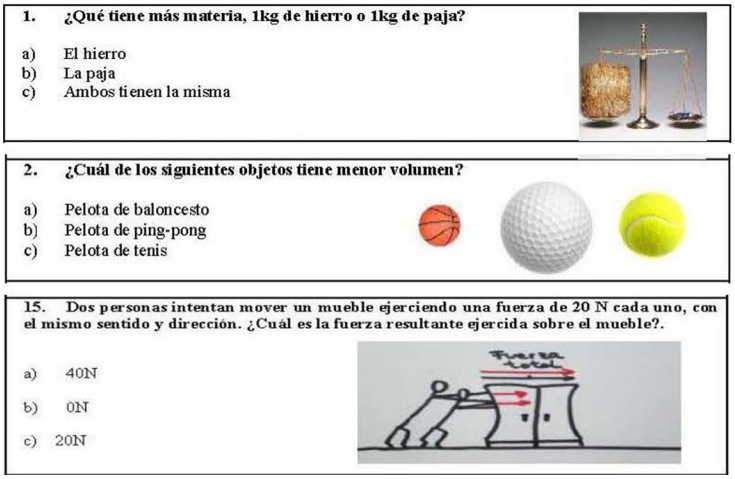
Figura 1. Promedio de aciertos de cada pregunta del test para el grupo de control y grupo experimental

Los resultados obtenidos en los cuestionarios (figura 1) independientemente del uso de la imagen, revelan un cierto nivel cognitivo en las áreas científicas por parte de los encuestados ya que, en ambos casos, un total de 11 preguntas superan la calificación aprobada. Sin embargo, en términos generales los resultados no han sido del todo favorables. En ambos casos se comprueba que en las 7 últimas preguntas relacionadas con el bloque curricular de contenidos *tecnología, objetos y máquinas*, el alumnado logra unas calificaciones bastante deficientes. Son las preguntas 3 y 8 relacionadas con el bloque *materia y energía* las que presentan mayor puntuación. Por otro lado, si nos fijamos en la inclusión de la imagen en el test, se puede afirmar que las imágenes no influyen positivamente en las respuestas de los estudiantes, puesto que ambos grupos muestran resultados muy similares, siendo un poco mayores las calificaciones del test sin imágenes en las preguntas de la 1 a la 15, relacionadas con el bloque *materia y energía* y siendo mejores las calificaciones en el test con imágenes en las preguntas de la 16 a la 22, del bloque *tecnología, objetos y máquinas*. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un análisis más pormenorizado en función de cada una de las preguntas del cuestionario, dado que cada una de ellas pertenece a una categoría diferente en función del contenido, y la elección de la imagen incluida en cada pregunta ha podido constituir un distractor de la respuesta, aumentando el número de preconcepciones encontradas.

Específicamente el grupo de control obtiene mejores resultados frente al grupo experimental en 15 de las 22 preguntas. Así, por ejemplo, el análisis inferencial realizado por pregunta muestra diferencias estadísticamente significativas en las preguntas 1 y 2 a favor del test sin imágenes

(CG) y la 15 a favor del cuestionario apoyado con imágenes (CE). A modo de ejemplo, se presenta en la figura 2 las cuestiones 1, 2 y 15 con el objeto de explicar por qué la imagen ha podido incitar al error al alumnado del grupo experimental o cómo ha podido ayudar a este colectivo en el caso de la cuestión 15. Se muestra también en la figura 2, el procentaje de aciertos de cada grupo en las preguntas 1 y 2.

Como se observa en la figura 2, la pregunta 1 se trata de una cuestión de tipo tradicional que puede encontrarse en numerosos test y actividades que se relacionan con la temática de la materia. Como se puede observar en el porcentaje de aciertos, existen diferencias entre los distractores de cada grupo. En el caso del test sin imágenes, el distractor para el alumnado ha sido "el hierro" puesto que han confundido el concepto de materia con el de densidad. En el test con imágenes el distractor ha sido "la paja", puesto que han confundido el concepto de materia con el de volumen. En este caso, la imagen no ha servido de apoyo, sino que ha sido un obstaculizador de la respuesta, haciendo que el alumnado tienda a confundir este concepto y lo asocie con el de mayor volumen en la imagen. Este resultado no coincide con los obtenidos por Otero, Moreira y Greca (2002), que afirmaban que las imágenes realistas son las que más favorecen la comprensión de los estudiantes. En esta pregunta, a pesar de ser una imagen correcta y real del fenómeno preguntado en el ítem, el alumno ha modificado su respuesta por la imagen planteada.



	P1 % (GC)	P1 % (GE)	P2 % (GC)	P2 % (GE)
A	24,6	28,3	3,3	28,3
B	11,5	32,1	91,8	64,2
C	63,9	35,8	4,9	7,5

Figura 2. Ejemplos de cuestiones del test evaluativo con imágenes (izquierda) y porcentaje de aciertos por grupo (derecha)

Con respecto a la pregunta 2, la imagen ha sido un obstaculizador de la respuesta, hecho que se esperaba por ser esta una pregunta a la que se ha denominado "trampa". Las imágenes que aparecen no se ajustan a la realidad, lo que ha confundido al alumno y ha orientado su respuesta negativamente (Perales, 2008). Es por ello por lo que se entienden los resultados obtenidos en esta cuestión por parte del grupo experimental, pues una imagen externa no ajustada a las características del enunciado que acompaña o mal planteada, supone un distractor erróneo de la respuesta para los estudiantes. La pelota de baloncesto ha sido escogida por varios alumnos del GE, ya que es la que menor tamaño tiene en la imagen, cambiando así su perspectiva y dejándose guiar por el apoyo visual que se les ha dado. Este resultado está en la línea de Levin, Anglin, y Carney (1987), que resaltan que, si la información contenida en las representaciones externas es ambigua, no es posible que el individuo construya una representación mental adecuada.

Conclusiones

Con este estudio se quiere hacer alusión a los bajos conocimientos que parecen presentar el alumnado de primaria cuando de ciencias y tecnología se trata. Coincidimos con Pozo y Gómez (1998) en que los estudiantes fracasan en aprender significativamente los contenidos teóricos de ciencias cuando lo hacen en términos conceptuales. Las preconcepciones encontradas en el alumnado nos hacen pensar que no han asimilado correctamente los contenidos científicos durante las sesiones magistrales ya que presentaron grandes dificultades a la hora de identificar las respuestas adecuadas del test. Con respecto a la utilidad de la imagen en el test, concluimos que éstas no han sido del todo eficaces, ya que no han sido un recurso facilitador de la respuesta para el alumno de primaria. Coincidimos con Otero, Greca y Lang da Silveira (2003) en que no se muestran diferencias relevantes entre el rendimiento medio del grupo que trabajó con imágenes. Consideramos por tanto que es importante hacer una selección exhaustiva de las imágenes (Perales, 2008) para enseñar contenidos científicos en el aula, con el fin de que el alumnado no encuentre dificultades a la hora de relacionar la redacción textual con la imagen que lo acompaña (Pinto y Ametller, 2002). De acuerdo con Levie y Lentz (1982) que han estudiado sobre el uso de imágenes externas en el ámbito educativo y sus posibles beneficios, se concluye finalmente que las ilustraciones adecuadas ayudarán a comprender los contenidos científicos y facilitarán su memorización mientras que, cuando la información contenida en las representaciones externas es ambigua o errónea, no será posible que el individuo construya las representaciones mentales adecuadas, necesarias para la comprensión y el aprendizaje.

Agradecimientos

Proyecto de Investigación IB16068 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

Referencias

Bachelard, G. (1995). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo.* Buenos Aires: Siglo XXI.

Fanaro, M., Otero, M. R. y Greca, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4*(2), 25-29.

Levin, J. R., Anglin, G. J., and Carney, R. N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. InWillows, D. M., and Houghton, H. A. (eds.), The Psychology of Illustration: I. Basic Research, Springer, New York, pp. 51–85.

Otero, M. R. y Greca, I. (2004) Las imágenes en los textos de Física: entre el optimismo y la prudencia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21 (1) pp. 37-67,

Otero, M. R., Greca, I. y Lang da Silveira, F. (2003). Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar en Física: un estudio comparativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2*(1), 1-30.

Otero, M. R., Moreira, M. A., y Greca, I. M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências, 7*(2), 127-154.

Perales, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *24*(1), 13-30.

Perales, F. J. (2008). La imagen en la enseñanza de las ciencias: algunos resultados de investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación universitaria*, *1*(4), 13-22.

Pintó, R. y Ametller, J. (2002). Students' difficulties in reading images. Comparing results from national research groups. *International Journal of Science Education, 24*(3), 333-341.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata/MEC.

Stylianidou F. & Ogborn, J. (2002) Analysis of Science textbook pictures about energy and pupil´s readings of them. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 257-285.

Testa, I, Monroy, G. , Sassi, E. (2002) Students´ reading images in kinematics: the case of real time-graphs. International Journal of Science Education, 24 (3), 235-256

Contribución de la Competencia Científica al desarrollo de la Competencia en Comunicación Lingüística en lengua vehicular y extranjera. Un ejemplo para 6º de Primaria

Pilar Couto-Cantero y Susana García Barros

Universidad de A Coruña.

Pilar.couto@udc.es

Resumen:

Para elaborar este estudio partimos del análisis y la comparación de las actividades incluidas en la unidad temática 1 del texto de Ciencias de la Naturaleza para 6º de Primaria de la editorial Anaya en la Comunidad Autónoma de Andalucía, en la versión española y en la versión en lengua inglesa que sigue el enfoque metodológico del Aprendizaje Integrado en Contenidos en Lengua Extranjera (AICLE). En esta propuesta intentamos averiguar en qué medida las actividades de ciencias de la naturaleza contenidas en el tema seleccionado contribuyen al desarrollo de la competencia en comunicación lingüística (CCL) en lengua vehicular y en lengua extranjera. Del análisis comparativo realizado en ambos textos hemos podido extraer unos resultados que al ser analizados en este estudio preliminar derivan en unas conclusiones y recomendaciones para futuras actuaciones.

Palabras clave: AICLE; CCL (Competencia en Comunicación Lingüística), Competencia Científica; Didáctica; libros de texto; Educación Primaria.

Introducción/Objetivos

Este trabajo se integra en la Fase I de un proyecto más amplio financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en el que se profundiza en el desarrollo de capacidades y actitudes positivas dentro del marco de la Competencia Científica en el tránsito entre la Educación Primaria y Secundaria en varias Comunidades Autónomas de España partiendo de un determinado número de libros de texto seleccionados. Concretamente, en el citado proyecto se plantean dos líneas principales: 1. Conocer hasta qué punto los últimos currículos y los materiales de enseñanza de la educación obligatoria de las materias de ciencias atienden a las dimensiones que demanda el desarrollo de la competencia científica y 2. Valorar en qué medida se contribuye al desarrollo de la Competencia en Comunicación Lingüística (en adelante CCL) a través de la Competencia Científica (en adelante CC). Desde esta última competencia se proyectan, entre otras: la capacidad de identificación de cuestiones científicas, el desarrollo de habilidades de indagación, la propuesta de hipótesis, el diseño de observaciones y/o experiencias, el análisis de datos, la explicación científica de fenómenos o la comunicación de conclusiones, todas ellas estrechamente relacionadas con las cuatro destrezas de la lengua (escuchar, hablar, leer y escribir) y, por lo tanto, con la CCL.

En esta segunda línea es en la que se basa esta propuesta y el objetivo principal no es otro que realizar una valoración inicial para determinar en qué medida las actividades de Ciencias de la

Naturaleza contenidas en el texto, tanto en la lengua vehicular como en lengua extranjera, contribuyen al desarrollo de la Competencia en Comunicación Lingüística. Puesto que, nos referimos al tránsito de la etapa de Educación Primaria a la de Educación Secundaria, y al disponer de un espacio y tiempo limitados, se ha realizado un análisis preliminar y primeras valoraciones de los resultados partiendo de unas actividades seleccionadas para un tema concreto en el sexto y último curso de la EPO. También se han acotado otros factores determinantes como la editorial (Anaya) y la comunidad autónoma (Andalucía).

Una vez hechas estas valoraciones trataremos de señalar aquellos aspectos que se deberían atender con mayor precisión en el tratamiento y diseño de las actividades de Ciencias de la Naturaleza aportando algunas recomendaciones y sugerencias para desarrollar la CCL.

Justificación y marco normativo para Educación Primaria en la Comunidad A. de Andalucía

Puesto que este estudio se localiza geográficamente en la C.A. de Andalucía. El marco normativo de obligado cumplimiento para elaborar este análisis es el: "Decreto 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía". Ya desde el comienzo, concretamente en el Art. 10. 8 del Cap. III, referido a la Organización de las enseñanzas, se encuentran argumentos que fundamentan la conexión existente entre la CC y la CCL. Este documento recomienda que la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la comunicación audiovisual, las tecnologías de la información y la comunicación, entre otras, sean desarrolladas en todas las áreas. Por lo tanto, desde el propio proceso de implantación del currículo en esta comunidad se pone de manifiesto la existencia de una inter-relación entre ambas competencias.

La instrucción específica para el Área de Ciencias de la Naturaleza indica que el alumnado deberá iniciarse en el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica: la capacidad de formular preguntas, identificar el problema, formular hipótesis, planificar y realizar actividades, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, extraer conclusiones y comunicarlas, trabajar de forma cooperativa y haciendo uso de forma adecuada de los materiales y herramientas. (Anexo I, Área de CC de la Naturaleza, p. 2). Todas estas estrategias no podrían ser desarrolladas de ninguna manera sin la presencia de la CCL. Parece incuestionable, por tanto, que para poder explicar todos esos fenómenos naturales y ser capaz de tomar decisiones argumentadas y ser competente en la CC es necesario un dominio previo de la CCL, que puede ser entendida como: "el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para el uso de la lengua, como instrumento para expresión y comunicación, que posibilita la experiencia humana de la realidad y el pensamiento, en general" (p. 226).

Esta propuesta se enmarca dentro del área de Ciencias de la Naturaleza en el bloque de contenidos 3 para 6º de EPO: "los seres vivos". Es en este mismo punto donde, al referirse a los pasos a seguir en la investigación en el aula, se establecen las siguientes pautas: plantear interrogantes, exponer conocimientos iniciales, discutir y llegar a acuerdos, desarrollar una investigación, procesar la información obtenida, plantear nuevos interrogantes y comunicar los resultados alcanzados. Todos ellos están también estrechamente relacionados con la CCL. Además, se define claramente en qué medida el área de Ciencias Naturales contribuye al desarrollo de la Competencia en Comunicación Lingüística:

> "El área contribuye de forma sustancial a esta competencia porque la información aparece como elemento imprescindible de una buena parte de sus aprendizajes… Además de la contribución del área al aumento significativo de la riqueza del vocabulario específico… se estará desarrollando esta competencia" (p. 5).

Por otra parte, en ese mismo documento se indica que el área Lengua Castellana y Literatura tendrá como principal objetivo el desarrollo de las habilidades lingüísticas favoreciendo la reflexión sobre su uso en cualquier contexto comunicativo (p. 226). Y en cuanto al área de Lengua Extranjera tiene como objeto: "formar personas que puedan usarla para comprender, hablar, conversar, leer y escribir desde una perspectiva activa y práctica del aprendizaje de las destrezas discursivas" (p. 492), que están dirigidas a la adquisición de una competencia comunicativa oral y escrita, en contextos significativos.

Metodología

Conviene indicar en este apartado que se analizaron únicamente las actividades incluidas en el tema 1, en la edición en lengua española: "Estructura y funciones de los seres vivos" y en la versión en lengua inglesa: "Living beings: cells and functions" para la misma materia y el mismo tema tomando como base los libros de texto impresos: *Ciencias de la Naturaleza 6* y *Natural Science 6. In focus*, ambos de la editorial Anaya del año 2015. Este último sigue el enfoque metodológico basado en el Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (en adelante AICLE), que en inglés se denomina comúnmente CLIL (*Content and Language Integrated Learning*) y que difiere sustancialmente de las metodologías más tradicionales.

Para realizar un análisis sistemático y facilitar el estudio, en las filas se numeraron las actividades/tasks por orden de aparición en el texto en relación con las cuatro destrezas de la CCL, dotándolas de un código identificativo seguido de la página en la que se encuentran: por ejemplo, la primera actividad se denomina A1-P6 para el texto en español y T1-P4 para el texto en inglés. En las columnas se incluyen las abreviaturas de las destrezas en ambas lenguas (E/L, H/S, L/R y ES/W). Al final de cada unidad se incluyen otra serie de actividades que en el texto en español se denominan: "Investigamos", de tipo práctico y "Desafío", que se corresponde con lo que en el texto en inglés se denomina: "Project". Por último, ambos textos contienen una auto-evaluación a modo de repaso en la que se revisan y se refuerzan los conceptos y los contenidos de cada unidad.

El análisis de las actividades/tasks incluidas en la unidad temática uno podría servir como modelo para el análisis de la totalidad de las unidades en ambos textos, puesto que todas ellas siguen las mismas pautas y estructura formal agrupando las unidades de dos en dos por cada trimestre en el que se incluye también una revisión y/o portfolio trimestral.

En la página siguiente, se facilita una tabla comparativa con los identificadores analizados comparando las actividades referenciadas en ambos textos.

Las actividades fueron analizadas bajo la perspectiva de: a) la posible contribución o no de cada una de ellas al desarrollo de la CCL desde la Competencia Científica y b) la comparación entre el texto en lengua vernácula y el texto en lengua inglesa. Para ello, observamos cuáles y cuántas destrezas de la lengua: escuchar, hablar, leer y escribir estuvieron implicadas en cada uno de los enunciados incluidos en cada una de las actividades seleccionadas para ambos textos. El análisis fue realizado por las dos investigadoras que firman este estudio, cada una de ellas vinculada a los ámbitos de las competencias anteriormente citadas para poder abordar posibles discrepancias y llegar a conclusiones consensuadas desde distintos puntos de vista.

Análisis de las actividades y resultados

Con respecto al análisis de las actividades examinadas conviene aclarar los siguientes aspectos. En la unidad temática 1 del libro de texto en español se incluye un mayor número de actividades que en el libro de texto en inglés. En nuestra opinión, esto se debe a los distintos enfoques metodológicos que sigue cada uno de ellos. En términos generales, se puede indicar que, en

Tabla 1. Libros de texto, actividades/tasks y destrezas de la CCL implicadas

Libro de texto 1 (Español)	E	H	L	ES	Libro de texto 2 (Inglés)	L	S	R	W
A1P7		x	x		T1P4	x	x	x	
A2P7		x			T2P4	x	x	x	
A3P7		x			T3P5	x	x	x	
A4P7		x			T4P5		x		
A5P9		x	x		T5P6	x	x	x	
A6P9		x	x		T6P6		x		
A7P9		x	x		T7P6			x	
A8P9			x	x	T8P6	x	x		
A9P10	x	x	x	x	T9P7	x	x		
A10P11		x	x	x	T10P7		x		
A11P12		x	x		T11P8	x	x	x	
A12P12			x	x	T12P8	x			x
A13P13		x	x		T13P8	x	x		
A14P13			x	x	T14P9	x	x	x	
A15P14		x	x		T15P9	x	x	x	
A16P14		x	x		T16P9			x	x
A17P14		x	x		T17P10			x	x
A18P14		x	x		T18P10		x	x	
A19P15		x	x		T19P11	x	x		
A20P15		x	x		T20P11		x		
A21P16		x	x		T21P11	x	x	x	
A22P16		x	x		T22P11		x		
A23P16		x	x		T23P11		x	x	
A24P16		x	x		Project P12		x	x	x
A25P16		x	x		Assessment P13		x	x	x
A26P16		x	x						
A27P17		x	x						
A28P17			x	x					
A29P17		x	x						
Investig. P18-19	x	x							
Desafío P20-21		x	x	x					
Repaso P22-23		x	x	x					

la mayoría de las actividades analizadas en ambos textos, un número elevado se centra en las destrezas de hablar y leer, mientras que muy pocas se centran en las destrezas escritas. Sin embargo, se observa una gran diferencia en la primera de las destrezas ya que, si bien en el texto en español hay sólo 2 actividades que exigen "escuchar", en el texto en inglés son hasta 13 las actividades que requieren escuchar previamente un texto grabado. El motivo no es otro que el refuerzo y uso de la lengua extranjera por medio de las audiciones. Éstas facilitan la labor al maestro, que no siempre es nativo en la LE, y además permite poder repetir el texto las veces que sea necesario para favorecer la total comprensión. Este refuerzo, que se ofrece a través de las nuevas tecnologías, parece oportuno puesto que debe compensarse de algún modo el esfuerzo del alumnado al aprender contenidos no lingüísticos en una lengua extranjera.

Tabla 2. Análisis comparativo de los textos de acuerdo con las destrezas de la CCL

Texto Text	Actividades Tasks	Escuchar Listening	Hablar Speaking	Leer Reading	Escribir Writing
L. de texto 1	32	2	28	28	8
L. de texto 2	25	13	21	15	5

Durante el proceso de análisis de las actividades programadas también observamos que es muy común que, para el desarrollo de cada una de ellas, se vean implicadas varias destrezas casi siempre de dos en dos. Por ejemplo, la mayor parte de las actividades planteadas requiere primero leer y luego hablar, o primero escuchar y después hablar y, en menor medida, otras actividades requieren primero leer y luego escribir. Por falta de espacio y para poder profundizar en consideraciones más específicas contenidas en el análisis y resultados de esta propuesta sería conveniente ponerse en contacto con las autoras de la misma.

Conclusiones y recomendaciones

Después del estudio y el análisis de las actividades comprobamos que, tal y como indicábamos en la parte inicial del marco normativo, en los dos libros de texto se hace referencia tanto de forma implícita a la CCL como también explícitamente a través del uso de los verbos en los enunciados de las actividades del tipo: expresa, define, escribe, explica, resume, etc.

Por una parte, se ha comprobado que en la edición en la lengua española se propone un mayor número de actividades. Además, al expresar los contenidos en la lengua vehicular se parte de la idea de que tanto el emisor como el receptor del mensaje se comunican en el mismo código lingüístico lo cual facilita la comprensión. Además de las actividades se incluyen en esta unidad otras propuestas para fomentar la búsqueda de información y el trabajo en equipo lo cual favorece la comunicación y el desarrollo de la CCL. Esta unidad contiene también un apartado dedicado a la investigación científica que relacionamos con las prácticas que se realizan habitualmente en un laboratorio, un desafío que sigue la línea del trabajo basado en proyectos y de forma colaborativa y, finalmente, una auto-evaluación de repaso de las unidades que siempre se realiza de dos en dos unidades.

Por otra parte, en el libro de texto editado en lengua inglesa tanto las explicaciones como las actividades se redactan en un estilo más escueto y breve, con oraciones simples y directas. En nuestra opinión, todo ello se debe a la necesidad de aclarar conceptos y aprehender los contenidos de forma sencilla dado que la dificultad añadida del uso de una lengua extranjera requiere el uso de este tipo de estrategias. Siempre se incluye un proyecto, puesto que la enseñanza a través del enfoque AICLE fomenta el trabajo en colaboración, la participación activa, la inter-

disciplinariedad, etc. Además, también se vincula el tema de ciencias naturales con otra área de conocimiento que, en este caso son las matemáticas, concretamente para esta unidad: las formas geométricas. Por último, al igual que el texto anterior, termina con una auto-evaluación y una lista de palabras clave para repasar las dos unidades incluidas por cada trimestre.

Llegados a este punto, conviene indicar que este análisis es muy limitado debido al poco espacio disponible, pero podría servir de ejemplo o como un modelo sistemático para ser completado en futuras actuaciones. Por otra parte, las actividades de ambos libros de texto se complementan con un cuaderno del alumno/a, un cd digital y una página web como soporte de consulta que tampoco se han podido analizar en este estudio. Como conclusiones finales podemos afirmar que, tanto en las actividades analizadas en la unidad temática del libro de texto en lengua española como en lengua inglesa, se cumplen las exigencias de la normativa vigente y existe una clara intención de contribuir al desarrollo de la CCL desde la competencia científica. En cuanto a las posibles recomendaciones, tras detectar un especial desempeño en el uso de las destrezas orales en detrimento de las destrezas escritas, conviene resaltar que estas últimas, a nuestro modo de ver, deberían de tener más presencia en las actividades programadas puesto que contribuyen a una mejor fijación de conceptos y contenidos del área de las ciencias a la vez que mejoran la capacidad de expresión por escrito en las destrezas productivas.

Agradecimientos

Proyecto financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad con nº de referencia: EDU2016-79563-R del cual las investigadoras forman parte.

Referencias bibliográficas

AA.VV (2015). *Ciencias de la Naturaleza, 6*. Madrid: Anaya.

Couto-Cantero, Pilar; García-Barros, S., y Martínez Losada, C. (2013). Cómo son las actividades de didáctica de las ciencias que proponemos a los futuros maestros de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, 877-882.

DECRETO 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en Andalucía. (BOJA número 50 de 13 de marzo de 2015).

García Barros, S. & Martínez losada, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(1), 179-197.

ORDEN de 17 de marzo de 2015 por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía. (BOJA número 60 del 27 de marzo de 2015). Anexo I: Áreas (BOJA número 60 del 27 de marzo de 2015). Disponible en http://www.juntadeandalucia.es/educacion/descargasrecursos/curriculo-primaria/index.html (02/03/2018).

VV.AA (2015). *Primary 6. Natural Science in focus*. Madrid: Anaya.

La construcción de propuestas curriculares para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y la educación ambiental

Sergio Andrés Castaño Cano; Ricardo L. Gómez, Emilia Nader Yaver y Natalia Restrepo

Facultad de Educación, Uniminuto-Bello, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia y Secretaría de Educación de Medellín

chechoudea@gmail.com.

1. Resumen

Este documento describe una experiencia de gestión escolar y actualización curricular desarrollada en Medellín, Colombia, con 120 instituciones educativas oficiales, cuyo propósito era actualizar el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de cada una de las instituciones participantes. Dentro de esta ruta se pudo evidenciar que el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es necesario para la consolidación de las propuestas, en tanto permiten articular los conocimientos con las prácticas en un contexto determinado en el cual la reflexión en y sobre la acción permiten la construcción de propuestas curriculares con un alto potencial didáctico.

Palabras clave: CDC, PCK, Ciencias Naturales, PEI, Educación Ambiental, Currículo

2. Introducción

En Colombia, todas las instituciones educativas deben diseñar y ejecutar un Proyecto Educativo Institucional (PEI). El PEI es una herramienta de gestión escolar donde la comunidad educativa define la forma como una institución educativa «ha decidido alcanzar los fines de la educación definidos por la ley, teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas y culturales de su medio» (Ministerio de Educación Nacional, 2015 Art. 2.3.3.1.4.1).

Han pasado más de 20 años desde que la Ley General de Educacion (Congreso de Colombia, 1994) estableció que todas las instituciones educativas deberían elaborar y poner en práctica un Proyecto Educativo Institucional. Durante este tiempo, se han producido acelerados cambios sociales, económicos, culturales y tecnológicos, generando nuevos desafíos para el sector educativo, el cual está llamado a responder para que nuestros niños, niñas y jóvenes desarrollen habilidades y competencias acordes a las dinámicas del mundo actual. Frente a este escenario la escuela tiene la responsabilidad de ayudar a formar personas con altas capacidades para aprender y resolver problemas complejos en contexto, comunicarse con el mundo en otros idiomas, usar las modernas tecnologías de información y comunicaciones (TIC), gestionar críticamente grandes cantidades de información y, sobre todo, para ejercer una ciudadanía tolerante, respetuosa del medio ambiente y de la diversidad.

El PEI no es un documento inerte. Todo lo contrario, debe entenderse y vivirse como un proceso en constante evolución, que se adapta a las cambiantes demandas sociales y educativas, así como a la normatividad que se va desarrollando para el sector, manteniendo siempre su pertinencia.

Durante el periodo 2014-2016 se implementó un proyecto con 120 instituciones educativas de educación primaria y secundaria, para revisar y actualizar los PEI. Como resultado de este trabajo, se desarrolló una metodología para actualizar e implementar estrategias curriculares en ciencias naturales y educación ambiental, la cual se desarrolla en cinco momentos: preparación, sensibilización, elaboración, consolidación, formalización y socialización, y es permeada por los elementos conceptuales presentes en el Modelo de Conocimiento Didáctico del Contenido (Gess-Newsome et al., 2017), estos elementos, su interacción y la propuesta de reflexión en y sobre la acción permiten alcanzar con éxito la construcción de propuestas curriculares en ciencias naturales pertinentes y con un potencial didáctico significativo.

Para el estado de construcción o actualización se sugiere una ruta con cinco pasos o momentos, representados en la siguiente figura:

Ilustración 1. Ruta de Acción

A su vez, este proceso fortalece el conocimiento didáctico del contenido canónico de los maestros/ PCK canónico que tiene como referente el PEI, para migrar a través de la reflexión a un potenciamiento del conocimiento didáctico del contenido individual/PCK personal/PCK&S y así mejorar las prácticas de aula y las construcciones curriculares. A continuación, referenciamos el Modelo propuesto por Gess-Newsome y colegas (2017)

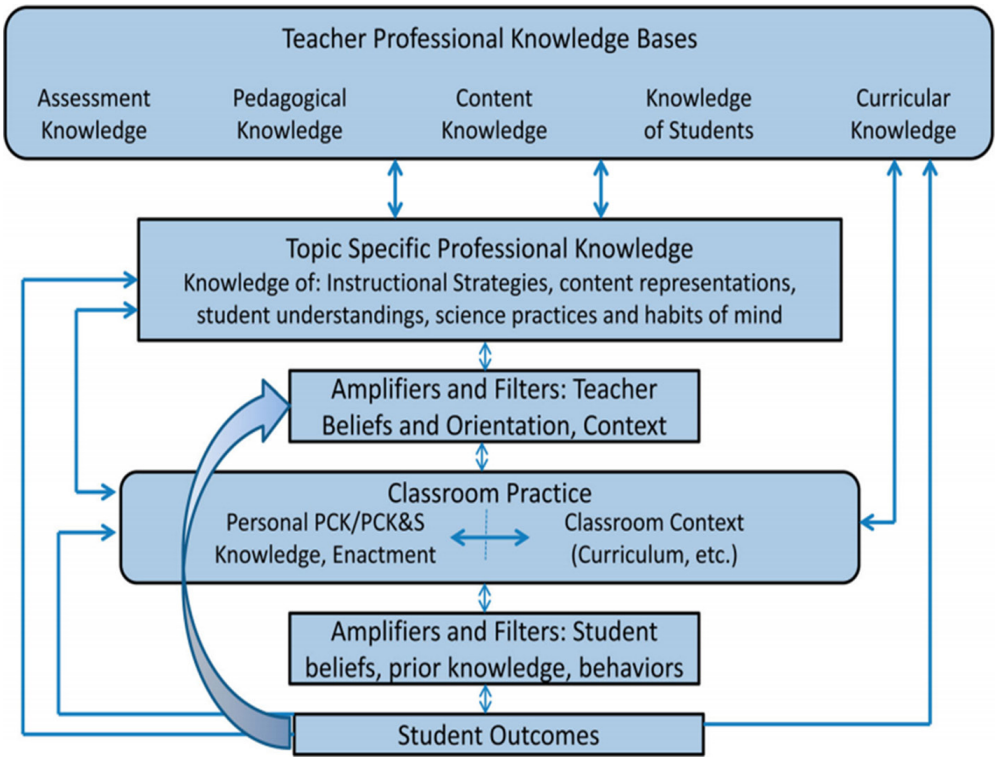


Ilustración 2. Modelo del conocimiento profesional y habilidades del profesor, incluyendo el Conocimiento de Contenidos Pedagógicos (o PCK, por sus siglas en inglés) (Gess-Newsome et al., 2017)

3. Metodología

En este marco de referencia, se presentan entonces los cinco momentos metodológicos para la construcción y/o la actualización de las propuestas curriculares:

3.1. Momento de preparación

Inicia con la conformación del Equipo de gestión de PEI – Gestión Académico Pedagógica – Plan de Estudios – Plan de Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Este equipo debe, inicialmente, reconocer el Área de Gestión sobre la cual va a trabajar, identificando los respectivos componentes y descriptores que integra, así como los aspectos que están inmersos en ellos. De esta manera tendrán mayores criterios para intervenir en la construcción o actualización del PEI y su componente de Plan de Estudios y Proyectos Pedagógicos. Igualmente deben recurrir al diagnóstico del Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Estas comprensiones están articuladas a las bases del conocimiento profesional docente: Conocimiento de la Evaluación (AK), Conocimiento Pedagógico (PK)(Kirschner, Borowski, Fischer, Gess-Newsome, & von Aufschnaiter, 2016), Conocimiento del Contenido (CK), Conocimiento de los Estudiantes (KS); y Conocimiento Curricular (CK) (Gess-Newsome et al., 2017) algunas de estas contenidas en el PEI. A partir de estas comprensiones, el equipo deberá planificar las acciones a realizar, fijando claramente sus objetivos, resultados esperados, estrategias metodológicas o actividades, distribución de responsabilidades y cronograma de trabajo.

3.2. Momento de sensibilización

Es fundamental que antes de iniciar cualquier actividad con la comunidad educativa se abran espacios de sensibilización, disponiendo a las personas para que hagan parte del proceso a través de las diferentes actividades propuestas (Taylor, 2003). Esto, porque su éxito depende de qué tanto se sientan comprometidas las personas no sólo para brindar información sobre lo que saben o hacen en la institución educativa, ni sólo para participar activamente en escenarios de diálogo y validación de resultados, sino buscando que las propuestas curriculares emergentes sean instrumentos que movilicen sus sentidos y sus acciones, representando prácticas institucionales deseables para alcanzar los objetivos de la educación en contexto.

Es de tener presente que la participación de los actores educativos en la construcción de propuestas curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental PEI sean un mandato normativo y un principio que encuentra argumento en la siguiente premisa: la participación es el mecanismo que, por excelencia, legitima los procesos sociales y, sobre todo, educativos, siendo la vía para lograr construcciones contextualizadas, coherentes, significativas y apropiadas por todos.

En consecuencia, el principal objetivo del momento de sensibilización consiste en invitar a todos los actores de la comunidad educativa a vincularse con el proceso, a participar de las actividades y a estar atentos al avance del mismo, señalando la importancia que esto representa para la estructuración de las prácticas educativas en Ciencias Naturales y la vida institucional. Las posibilidades para sensibilizar no se agotan con una charla informativa sobre el tema, sin negar que puede ser útil hacerlas. Además, en este momento se pone en juego el conocimiento profesional específico del tema, bajo un diálogo colectivo de maestros del área de ciencias Naturales y Educación ambiental, que en su discurso develan procesos de reflexión frente al conocimiento sobre las estrategias didácticas, las representaciones que tienen del contenido, las comprensiones que tienen de sus estudiantes y las prácticas en Ciencia y hábitos de la mente.

3.3. Momento de elaboración

Es el momento grueso del proceso e implica la recolección de información, su procesamiento y análisis, así como la construcción o actualización de los respectivos componentes del Plan de Área, la malla curricular y los proyectos pedagógicos asociados.

Durante este momento se debe asegurar la inclusión de todos los estamentos de la comunidad educativa, a fin de lograr resultados coherentes tanto con las prácticas institucionales, como con el proyecto educativo de ciudad y de país que se encuentran en los lineamientos curriculares locales y nacionales, sin dejar por fuera referentes académicos y conceptuales en torno a la educación que alimenten la discusión y la perspectiva sobre el quehacer escolar; de nuevo una relación con las bases del conocimiento profesional docente PCK/Canónico.

Con relación al ámbito académico, es recomendable realizar una revisión bibliográfica acorde a los temas de interés, así como acercamientos, cuando sea posible, con expertos, académicos o investigadores de Facultades de Educación, Escuelas Normales, Centros de Investigación, entre otros espacios desde donde sea posible que acompañen el proceso.

3.4. Momento de consolidación

Este momento tiene dos alcances, uno en términos de proceso y otro de resultado. El primero es el que dota de sentido lo realizado, al reunir los elementos que pueden hacer posible la acción. Su sistematización da cuenta del camino trazado y recorrido, como memoria que permite saber cómo se logró la meta propuesta de construir o actualizar una propuesta curricular en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

El segundo alcance es el más visible, porque es el resultado concreto. Así, se refiere al ejercicio de síntesis, concreción y producción textual que contendrá el PEI, como producto en el que se materializa todo el trabajo participativo, de articulación normativa y de la práctica escolar que se espera implementar.

La no sistematización formal del acontecer institucional es lamentable porque la riqueza de los procesos, los aprendizajes, las buenas prácticas logradas, las trayectorias institucionales, se van perdiendo en el camino, sobre todo cuando los actores involucrados dejan de hacer parte de la institución educativa. Esto significa empezar de cero cuando ya hay caminos recorridos, siendo un re-proceso que desgasta la dinámica institucional. De otro lado, implica que no hay evidencias para socializar ante actores externos la realidad de lo que se implementa en la práctica escolar, generando eventuales dificultades para demostrar el valor de los procesos adelantados con la comunidad educativa.

3.5. Momento de formalización y socialización

Una vez se ha concretado como texto la propuesta curricular en Ciencias Naturales y Educación Ambiental construida o actualizada en relación con uno o varios aspectos del PEI, se debe presentar ante el Consejo Directivo de la Institución Educativa, haciendo uso de los actos administrativos correspondientes, con el propósito de que sea aprobado y adoptado formalmente. Es de recordar que el Consejo Directivo de cada institución educativa debe consultar al Consejo Académico como órgano asesor y de decisión al interior del establecimiento.

Surtido el proceso de formalización, se debe seguir hacia la socialización, dado que la construcción o actualización de toda propuesta curricular inserta en el PEI tiene sentido completo cuando se comparte con la comunidad educativa, y se generan los mecanismos necesarios para propiciar su comprensión y adopción, completando el ciclo. Así, es momento de mostrar el producto del trabajo realizado, reconocer y resaltar la participación colectiva que lo hizo posible y explicitar el resultado concreto, enfatizando en la manera como se constituye en la hoja de ruta definida colectivamente. Para ello se podrá volver a los mecanismos que se desplegaron durante la sensibilización, como medios para multiplicar con la comunidad educativa los resultados.

3.6 Ruta de acción para la implementación

Básicamente para implementar la propuesta curricular en Ciencias Naturales y Educación Ambiental se sugiere el desarrollo de acciones de comunicación pública y difusión de su con-

tenido, de modo que la comunidad educativa, que ha participado de su producción, conozca y se apropie de los acuerdos que refleja finalmente el PEI para la vida institucional. Con ello se logrará la meta de tener un documento coherente que efectivamente sintonice a la comunidad educativa en torno a propósitos comunes, orientando las prácticas institucionales.

En este sentido, es de señalar que la implementación es muy cercana a la acción de socialización del último momento vinculado a la ruta de acción de los PEI en estado de construcción o actualización. Esto hace que sean convenientes los mismos mecanismos recomendados, teniendo presente el aprovecharlos como medios para la interacción y no solo de información. En otras palabras, se trata de un uso que priorice más las relaciones de tipo horizontal que vertical, involucrando a las personas y generando ambientes de diálogo y confianza.

En el Ruta de implementación, entra en juego la práctica del maestro en el aula con la propuesta curricular construida y actualizada, aquí convergen elementos de su conocimiento profesional específico del Tema y las habilidades que éste pueda poner en escena en el aula para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes PCK/PCK&S (Gess-Newsome et al., 2017). Aquí igualmente se pone en evidencia el contexto del aula, las creencias de los estudiantes sobre el tema a trabajar dentro de las propuestas curriculares, sus conocimientos previos y finalmente los resultados que ellos obtengan al finalizar la implementación de la propuesta.

4. Conclusiones

El uso de estos mecanismos debe contribuir, además, a medir constantemente el clima de la institución educativa en relación con la gestión escolar. Esto se observa en las reacciones de interés frente a lo comunicado y en las interacciones que se generen a partir de las estrategias implementadas. De este modo se consolidan como medios que también permiten monitorear o hacer seguimiento al estado del PEI, generando alertas que pueden motivar acciones de diagnóstico puntuales.

A nivel del equipo docente, esta metodología de trabajo articulado permite la consolidación de comunidades académicas escolares, que a través de aprendizaje cooperativo gestionan cada uno de los elementos estructurantes del currículo; se fortalece el desarrollo profesional del maestro en cuanto a la retroalimentación constante desde los referentes conceptuales y prácticos inherentes a las bases del conocimiento profesional, a la implementación de nuevas prácticas en el aula producto de la reflexión sobre las mismas; y finalmente en los resultados de los aprendizajes de los estudiantes que estarán inmersos en cada una de estas propuestas curriculares emergentes.

5. Referencias

Congreso de Colombia. (1994). Ley General de Educación. Bogotá D.C.: Congreso de la República.

Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., & Stuhlsatz, M. A. M. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, *0*(0), 1–20. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158

Kirschner, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gess-Newsome, J., & von Aufschnaiter, C. (2016). Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, *38*(8), 1343–1372. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1190479

Ministerio de Educación Nacional. (2015). Decreto No. 1075 del 26 de mayo de 2015. Recuperado a partir de http://goo.gl/LRge21

Taylor, P. (2003). *How to design a training course: a guide to participatory curriculum development*. London: VSO/Continuum.

Datos preliminares sobre el uso de materiales didáctico-científicos en el *Practicum* de docentes de Educación Primaria

María Vallespín Guitart y Susana Rams Sánchez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada

susanarams@ugr.es

Resumen:

El objeto de este trabajo es aportar datos preliminares al estudio del grado de afectación de una de las problemáticas de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza, como es la escasa utilización en los centros de Educación Primaria de materiales didácticos generales propios del laboratorio escolar, ya sean éstos de carácter más o menos profesional o cotidiano. Se exponen los resultados de un cuestionario de diez preguntas cerradas realizado sobre una muestra de 115 estudiantes, que han cursado el Grado en Educación Primaria en la Universidad de Granada (España) durante 2017/18 y que ya han finalizado su primer periodo de *Practicum*. Los datos muestran que tan sólo un tercio de ellos ha observado una clase con algún tipo de materiales de este tipo. Se comentan brevemente posibles causas de esta situación cuya determinación cuantitativa queda abierta a futuras investigaciones.

Palabras Clave: Educación Primaria; ciencia escolar; laboratorio escolar; materiales didáctico-científicos; Granada (España).

Introducción

En las asignaturas "Didáctica de las Ciencias Experimentales (I) y (II)" del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada (España), siguiendo los planteamientos de Pujol (2003), Echave Sanz, Ferrer Bueno y Morales Lamuela (2011) y Roth (2014), entre otros, se insiste especialmente al alumnado en la importancia de la utilización de materiales didácticos prácticos propios del laboratorio escolar, no sólo como un complemento a los contenidos teóricos, sino incluso como un eje de su verdadero desarrollo. Sin embargo, a través de conversaciones informales, muchos de estos estudiantes, que durante su periodo de *Practicum* se convierten en observadores activos de la realidad del aula de Educación Primaria, manifiestan que en las clases de Ciencias de la Naturaleza a las que asisten encuentran un escaso uso de materiales de este tipo por parte de los maestros.

De confirmarse ésta como una circunstancia generalizada, se constituiría en una carencia importante para el desarrollo de las competencias básicas en ciencia y tecnología que se recogen en el "Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria", donde se expresan resumidamente del siguiente modo:

> A través del área de Ciencias de la Naturaleza los alumnos y alumnas se inician en el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica, tales como la

> capacidad de formular preguntas, identificar el problema, formular hipótesis, planificar y realizar actividades, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, sacar conclusiones y comunicarlas, trabajando de forma cooperativa y haciendo uso de forma adecuada de los materiales y herramientas.

Entre las causas de esta problemática podría pensarse que la falta de recursos económicos fuera de las más importantes. No obstante, se ha comprobado que existen no pocos centros con materiales de laboratorio embalados en cajas, guardados en almacenes y sótanos o acumulados en vitrinas que nunca se abren. Cuestión aparte sería analizar este hecho, a igualdad de otros factores, en relación con el nivel socioeconómico de los centros.

Probablemente, mucho más importante sea el perfil formativo generalista en España de la gran mayoría de docentes de Educación Primaria en activo. Estos profesionales provienen de las diferentes especialidades de las recientemente extintas "Diplomaturas en Magisterio", donde han cursado muy pocos créditos obligatorios de alguna asignatura similar a "Conocimiento del Medio Natural y su Didáctica", por lo que ellos mismos no consideran tener una buena formación al respecto y no se sienten lo suficientemente competentes como para abordar contenidos prácticos de carácter científico escolar (de Pro Bueno y Nortes Martínez-Artero, 2016), máxime cuando aproximadamente entre el 70 y el 80% de ellos no han cursado un Bachillerato de Ciencias. Guisasola y Morentin (2007) lo expresan del siguiente modo:

> Los futuros maestros no podrán transferir a la práctica del aula unos contenidos que desconocen y que generalmente no se incluyen en los libros de texto. Por ello, consideramos imprescindible proporcionarles materiales didácticos adecuados para que puedan integrar en una única estructura los diferentes contenidos de la materia a enseñar.

Otro posible factor a tener en cuenta es el hecho de que en los centros se imparta sólo la etapa de Educación Primaria o se incluya Secundaria y Bachillerato. En este último caso la probabilidad de que haya comunicación entre docentes generalistas y especialistas aumenta, lo que redundaría en una posibilidad de mayor utilización de estos espacios y recursos materiales.

De forma paralela, esto puede verse agravado por una deformada concepción del laboratorio escolar, que es alimentada por los más diversos mitos (Pujalte, Bonan, Porro y Adúriz-Bravo, 2014), como que realizar experimentos científicos es siempre una actividad costosa o muy especializada. Este espacio se concibe erróneamente con mucha frecuencia asociado a un taller de la asignatura antiguamente llamada "pretecnología" o como un lugar dedicado principalmente a la realización de experimentos y experiencias de carácter físico-químico muy técnico, con algún componente de peligrosidad, donde el instrumental tiene un valor económico considerable. Existe la creencia que la falta de un aula específica y de un costoso equipo de laboratorio impide la realización de experimentos y que, además, resulta muy problemático diseñar y llevar a cabo actividades de este tipo, pues los conocimientos científicos necesarios son difíciles de entender y de enseñar (García-Ruiz y Flores, 1999) o se consideran cognitivamente de un nivel superior a la etapa de Educación Primaria.

De acuerdo con Bonil-Gargallo y Màrquez-Bargalló (2011) ciertos modos excesivamente teóricos de transmitir las ciencias implican que el alumnado la perciba como un conocimiento que simplemente debe memorizarse de un modo mecánico. Entre las consecuencias de un inadecuado acercamiento a los contenidos científicos en la edad escolar, no se debe olvidar que puede incluso llegar a acarrear aversión por esta materia y que el hecho de intentar aprender se convierta en un acto tedioso, generador de desmotivación en el propio docente, tal y como se recoge en García-Ruiz y Orozco-Sánchez (2008):

> Referente a las actitudes de los niños hacia las ciencias los profesores manifestaron que los niños no se muestran muy entusiasmados, quizá en parte, porque como los

> maestros reconocieron, ni ellos mismos se sienten muy motivados durante la clase de ciencias, además de que cuando surge alguna eventualidad –trabajo administrativo o se acerca algún festejo como el día de las madres– la clase que suspenden es la de ciencias naturales.

Recientemente, los contextos de laboratorio escolar también se encuentran influenciados por la corriente de ciencia-espectáculo (Pinto, Alonso, Prolongo y Arribas, 2014) cuyo enfoque lúdico no siempre va acompañado de un adecuado carácter educativo. La mejora de esta situación requiere ineludiblemente potenciar la reflexión y formación de los docentes, así como la elaboración de materiales propios (Martínez-Losada, García-Barros, Vega y Mondelo, 1999) o su adquisición para realizar clases prácticas.

Objetivos

Este trabajo tiene como primer objetivo diseñar un sencillo y breve instrumento de toma de datos para conocer los aspectos básicos sobre la utilización de recursos materiales relacionados con 'Ciencias de la Naturaleza' en Educación Primaria, situación vista a través de los estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada (España). Como segundo objetivo, someter el mismo a una prueba piloto, con la que se espera obtener información sobre posibles incongruencias en su comprensión. El tercer objetivo consiste en estimar la existencia y utilización por parte de los maestros-tutores de algunos recursos clave, que son considerados fundamentales en el contexto de la Didáctica de la Ciencia escolar.

Metodología

El cuestionario diseñado fue cumplimentado en papel durante el mes de diciembre de 2017 por 115 estudiantes de cuarto curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada que ya tenían su periodo de *Practicum* (I) finalizado o muy próximo a finalizar. Éste consta de dos partes. La primera de ellas la conforman dos preguntas sobre el perfil del alumnado universitario: "¿Cuándo finalizaste tu Prácticum (I)?" y "¿En qué curso de Educación Primaria estuviste principalmente durante tu Prácticum (I)?". La segunda parte trata del laboratorio escolar en el centro educativo de Educación Primaria y de la posible utilización del mismo como espacio y/o como conjunto de recursos materiales didácticos. Ante la primera pregunta de esta parte, "¿El centro disponía de un aula específica habilitada como laboratorio escolar?", se desdobla la segunda pregunta: "En caso afirmativo, ¿alguna de esas sesiones se desarrolló en ese laboratorio escolar?" y "En caso negativo, ¿durante alguna sesión de Ciencias de la Naturaleza se trabajó con materiales científicos?". De forma adicional se pregunta específicamente por el empleo de alguno de los siguientes materiales específicos: "Microscopio", "Colección de rocas y minerales", "Colección de insectos" y "Colección de plantas". Se han seleccionado sólo estos cuatro ejemplos dado que la intención del cuestionario es realizar una primera aproximación al tema. Los datos fueron recopilados en una hoja Excel y las respuestas se trataron en términos porcentuales. Se asume en el análisis que una pequeña parte de los datos puede estar siendo referida a los mismos centros, dentro del mismo curso o en cursos diferentes, por lo que su interpretación debe tener en cuenta esta circunstancia.

Análisis de los resultados

La mayoría de los encuestados finalizaron su periodo de *Practicum* (I) durante el curso académico 2016/17 (70,4%), aunque también hay un nutrido grupo del curso 2015/16 (15,7%) y minoritariamente del curso 2017/18 (8,7%). Han realizado este periodo práctico en Educación Primaria repartidos por orden de frecuencia entre segundo ciclo (43,5%), tercer ciclo (27,8%) y primer ciclo (26,2%).

Respecto a la existencia de un aula específica habilitada como laboratorio escolar en los centros de Educación Primaria, tan sólo el 28,7% de los estudiantes contesta de forma afirmativa y entre ellos el 48,5% indica que ese espacio no se utilizó en ninguna de las sesiones presenciadas. Entre el 71,3% que contesta de forma negativa, sólo el 18,3% declara haber observado que se trabaje con materiales científicos de algún tipo.

Los datos de utilización de los recursos específicos planteados son ligeramente incongruentes con las respuestas anteriores, de tal modo que se deduce que algunos estudiantes no consideran los ejemplos propuestos como tales. Así, ante la pregunta "En caso negativo, ¿durante alguna sesión de Ciencias de la Naturaleza se trabajó con materiales científicos?", el 81,7% aseguraba no haber observado el empleo de ningún material, sin embargo en las respuestas posteriores sobre recursos específicos marcaban alguna opción de manera afirmativa. Los datos reinterpretados hacen disminuir esta cifra hasta un 62,2%.

Analizados individualmente, entre estos recursos específicos destaca la frecuencia de observación de utilización de colecciones de plantas (34,8%), de rocas y minerales (33,9%) y de insectos (18,3%) frente a la observación del empleo del microscopio (15,7%). De un modo coincidente, es en segundo ciclo donde las referencias al uso de estos cuatro recursos obtienen su valor máximo comparativo.

Conclusiones

Como primera conclusión, es necesario indicar que existen importantes limitaciones derivadas del propio diseño del cuestionario, que aunque ha resultado muy informativo y ha cumplido su papel como preliminar, ha evidenciado también ser insuficiente para analizar algunas cuestiones de fondo. Posteriores diseños habrán de tener en cuenta de manera adicional, al menos: el número de encuestados cuya información proceda de un mismo centro, la homogeneidad en el porcentaje de alumnos de *Practicum* (I) en cada uno de los ciclos, los contenidos de las clases observadas y el perfil de los maestros de los centros educativos de Educación Primaria.

En segundo lugar, con este breve trabajo también se concluye que existe una falta de comprensión por parte de los estudiantes universitarios encuestados de lo que puede denominarse "material científico" en un contexto escolar. Este aspecto se ha dejado ver de un modo insospechado a través de las incongruencias de las respuestas anteriormente comentadas.

En tercer lugar, de confirmarse los datos preliminares aquí expuestos con futuros cuestionarios mejorados y aplicados a una muestra mayor, podría concluirse que el uso actual de materiales científicos en la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria es realmente escaso, siendo llamativamente bajo el dato de utilización del microscopio.

Finalmente, se concluye que es necesaria una investigación más profunda del grado de alcance y afectación de la situación descrita de manera informal por el alumnado universitario de *Practicum* (I), con objeto de hacer frente y superar las deficiencias que pueda presentar la enseñanza del área de Ciencias de la Naturaleza en la etapa de Educación Primaria.

Bibliografía

Bonil-Gargallo, J. y Márquez-Bargalló, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, *354*, 447-472.

Echave Sanz, A. de, Ferrer Bueno, L.M. y Morales Lamuela, M.J. (2011). *La relevancia y el valor de los trabajos prácticos en Educación Primaria y en la formación del profesorado de este nivel. Una experiencia de aula. Investigación en la Escuela*, *74*, 101-111.

García-Ruiz, M. y Flores, R.C. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Básica. *Perfiles Educativos, 21*(83-84), 105-118.

García-Ruiz, M. y Orozco-Sánchez, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 7*(3)*,* 539-568.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6*(2), 246-262.

Martínez-Losada, C., García-Barros, S., Vega, P. y Mondelo, M. (1999). Enseñar Ciencias en Educación Primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores? En C. Martínez-Losada, C. y S. García-Barros (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp. 199–210). A Coruña: Universidade da Coruña.

Pinto G., Alonso J.V., Prolongo M.L., Arribas C. (2014) Divulgación científica para jóvenes y niños: Experiencias y análisis de resultados. *Anuario Latinoamericano de Educación Química, 30*(2), 44-49.

Pro Bueno, A. de y Nortes Martínez-Artero, R.M. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de la diplomatura de maestro de educación primaria sobre las clases de ciencias de sus prácticas de enseñanza? *Enseñanza de las ciencias*, *34*(1), 7-32.

Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciência & Educação (Bauru), 20* (3), 535-548.

Pujol, R.M. (2003) *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria.* Madrid: Síntesis.

Roth, K.J. (2014). Elementary Science Teaching. En N.G. Lederman y S.K. Abell (Eds.), *Handbook of Research in Science Education, vol. 2* (pp. 361-394). London: Routledge.

¿Han mejorado las ciencias de la naturaleza en los currículos de la E.S.O. desde L.O.G.S.E hasta la L.O.M.C.E: la nutrición vegetal?

Concepción González Rodríguez
EPAPU "Eduardo Pondal". A Coruña
concepción.gonzalez@edu.xunta.es

Resumen:

En este trabajo se analizan los cambios que se han ido produciendo en el currículo de las ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria obligatoria (E.S.O.), desde la L.O.G.S.E., hasta el momento actual, centrándose en el estudio de la nutrición vegetal. Para ello se analizaron los currículos oficiales en Galicia de las leyes educativas: L.O.G.S.E., L.O.E. y L.O.M.C.E. Los resultados muestran que los currículos de ciencias de la naturaleza, han ido evolucionando de un diseño de área para toda la etapa (L.O.G.S.E) hacia una fragmentación cada vez mayor en cursos y materias específicas. También se observa que el estudio global y equilibrado que sobre la nutrición vegetal se promueve en L.O.G.S.E., no se mantiene en las sucesivas legislaciones, a pesar de ser currículos mucho más especificados y desarrollados.

Palabras clave: Currículo, secundaria, legislación educativa, nutrición vegetal

Introducción

La promulgación de la Ley Orgánica 1/1990 del 3 de Octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (L.O.G.S.E.), determinó un cambio no solo de tipo administrativo, formulándose nuevos niveles, etapas, ciclos, grados y modalidades en los que se organiza la práctica educativa, sino también un cambio en el modelo de currículo y en sus elementos integrantes y además un cambio, que podemos definir como "estrella", que fue prolongar la educación obligatoria de los 14 a los 16 años, formulándose una nueva etapa educativa, la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.) que abarca de los 12 a los 16 años.

Desde la perspectiva de la enseñanza de las Ciencias, esta nueva etapa obligatoria, significó la búsqueda de una "Ciencia *para todos"*, término acuñado en muchos países, lo que indica que no se dirige sólo a los alumnos que luego van a estudiar Ciencias, sino que su objetivo debe ser proporcionar una "*cultura científica básica"* al conjunto de la población; lo que se conoce como "*alfabetización científica"*. Para ello, esta Ley optó por organizar su enseñanza desde una visión globalizadora de área que abarca las materias de Biología y Geología y Física y Química y que favorece la interrelación de los contenidos (Jiménez Alexandre, & Sanmartí, 1997).

Su vigencia ha sido fugaz, ya que desde su entrada en vigor ya se han sucedido tres nuevas leyes educativas: la Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación (L.O.C.E.), la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (L.O.E.) y la Ley Orgánica 8/2013 del 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (L.O.M.C.E.). Todas ellas con el objetivo de mejorar "la Calidad" de la Educación en nuestro país". En este trabajo no vamos a analizar la

L.O.C.E., ya que la mayoría de los cambios que contemplaba no llegaron a implantarse (González et al, 2004).

Todos estos cambios legislativos, que si bien no han afectado al período escolar obligatorio, han generado variaciones sucesivas en la organización de esta etapa (E.S.O.), en cuanto a la definición de sus objetivos de enseñanza y con ellos la organización de las disciplinas. En el caso de las ciencias de la naturaleza estos cambios han afectado a su estructura curricular y más específicamente a los currículos de las áreas/materias de los distintos ciclos/cursos de esta etapa.

Marco teórico

Los documentos oficiales dirigidos a organizar el sistema educativo tienen como finalidad, entre otras, la elaboración de los currículos. Estos concretan el qué y el cómo enseñar y evaluar, pudiendo encerrar un mayor o menor grado de apertura, lo que tiene una derivación directa en la libertad otorgada a los equipos docentes para desarrollar su función. En este sentido, la mayoría de las investigaciones en Didáctica de las Ciencias, consideran que los contenidos de ciencias para la etapa obligatoria, deberían centrarse en unos pocos modelos de ciencia escolar (Gómez Galindo, Sanmartí, & Pujol, 2007) que engloben otros conceptos que sean relevantes para explicar distintos fenómenos y hechos. Estos modelos y conceptos, aglutinados en torno a ideas eje, no se aprenden de una vez, sino que han de ser adquiridos paulatinamente a lo largo de la escolaridad mediante un currículo en espiral (García Rovira, 2005), por lo tanto sería deseable que la enseñanza hiciera evolucionar las ideas y modelos que emplean los alumnos, desde los más sencillos y evidentes, hasta otros más abstractos y complejos que el estudiante ha de ir contrastando con la realidad, percibiendo su mayor idoneidad explicativa.

En coherencia con lo indicado, entendemos que el estudio de la nutrición vegetal demanda una progresión curricular que permita el avance del conocimiento y que debe ser tenida en cuenta a la hora de elaborar y secuenciar los contenidos del currículo para esta etapa educativa. Por ello, su estudio entendemos que debe articularse en torno a tres cuestiones clave: ¿*De qué se alimentan las plantas*?, ¿*Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta*?, ¿*Son importantes las plantas para el entorno*?, que deben ir tratándose con diferentes niveles de complejidad, comenzando a dar respuestas a las dos primeras cuestiones en el primer ciclo de la E.S.O., desde el ámbito macroscópico perceptible, en el individuo (planta), y posteriormente (2º ciclo) desde un nivel microscópico, nivel celular, más abstracto e interpretativo, estableciéndose las correspondientes relaciones entre ambos, ya que interpretar la fotosíntesis a nivel macroscópico requiere tiempo y tal interpretación es previa e imprescindible para abordarla a nivel celular, pues no podemos olvidar que es ésta la que da cuenta de la primera (González et al, 2009).

Lo mismo sucede con el tratamiento de las implicaciones que la fotosíntesis tiene en el medio, relacionadas con el nivel ecosistemas (tercera cuestión clave), que deben partir de relaciones simples, concretas y limitadas (primer ciclo) –los vegetales sirven de alimento a otros organismos– a una relación más compleja, global y abstracta (2º ciclo), donde la fotosíntesis es clave para explicar los ciclos biogeoquímicos (González et al, 2009). Si bien consideramos que la comprensión profunda de la nutrición a nivel celular (interpretación de procesos que se producen en los orgánulos celulares…) y la comprensión del papel de los autótrofos y heterótrofos en los ciclos biogeoquímicos, puede resultar excesivamente compleja y abstracta para la etapa de E.S.O. (Cañal, 2005), siendo conveniente profundizar en su estudio en el Bachillerato.

Objetivos

Tomando como referente lo indicado, en este trabajo pretendemos realizar: a) un análisis de la organización de las ciencias de la naturaleza en los currículos oficiales en Galicia de la L.O.G.S.E., L.O.E. y L.O.M.C.E. b) un análisis específico de las propuestas conceptuales relativas a la nutrición vegetal que figuran en dichos currículos.

Metodología

Hemos analizado los siguientes documentos: a) Currículo oficial en Galicia de E.S.O. -L.O.G.S.E (Decreto 331/1996), b) Currículo de E.S.O. –L.O.E.– (Decreto 133/2007); c) Currículo de E.S.O. –L.O.M.C.E. (Decreto 86/2015). El análisis se centra en aspectos organizativos y de contenidos. En concreto, en cada currículo se recogieron las referencias a la organización de las ciencias de la naturaleza a lo largo de la etapa, la secuenciación de los elementos del currículo y las referencias explicitas e implícitas a la nutrición vegetal, tanto en los bloques de contenidos como en los criterios de evaluación.

Resultados y discusión

Análisis organizativo de las ciencias de la naturaleza en los diferentes currículos

a) La L.O.G.S.E (Tabla 1), organiza esta etapa de forma globalizada e integradora en dos ciclos, un primer ciclo (12 a 14 años) y un segundo ciclo (14-16 años) y las ciencias de la naturaleza como área en la etapa, considerando que la fragmentación en materias (Biología y Geología/Física y Química) solo puede contemplarse en el último curso.

b) La L.O.E., mantiene la estructura de ciclo solo para 1º y 2º curso (primer ciclo), mientras que 3º y 4º se estructuran de forma independiente (Tabla 2). Lo mismo sucede con las ciencias de la naturaleza, sólo se mantienen como área en el primer ciclo, desdoblándose en las dos materias específicas para 3º y 4º curso.

c) La L.O.M.C.E., estructura la etapa en cuatro cursos independientes (Tabla 3), por lo tanto la idea de ciclos desparece y también las ciencias de la naturaleza como área, organizándola en las dos materias específicas en los cuatro cursos.

Por lo tanto a medida que van cambiando las leyes se va pasando de un modelo globalizado de “ciclos” para la etapa y de “área” para las ciencias de la naturaleza a un modelo fragmentado en “cursos” y “materias específicas”.

En cuanto a los elementos del currículo:

a) La L.O.G.S.E., parte de un grado mínimo de secuenciación de los Contenidos y Criterios de evaluación (Tabla 1), lo cual significa que ha de ser el profesorado el que tome decisiones sobre –“qué enseñar” y “cuando enseñar”.

b) La L.O.E comienza a restringir esa toma de decisiones, al prescribir una secuenciación por curso de los Contenidos y los Criterios de evaluación (Tabla 2).

c) La L.O.M.C.E define un currículo completo y ampliamente especificado de cada materia para cada curso (Tabla 3), incluyendo además en cada Bloque de contenidos, –el qué y el cómo– se debe relacionar cada contenido específico con cada criterio de evaluación y cuál/es son los estándares de aprendizaje.

Es decir, el grado de secuenciación y especificación de los elementos del currículo, van aumentando en las sucesivas legislaciones, limitando la libertad y capacidad del profesorado, en la toma de decisiones en la enseñanza.

Análisis de la nutrición vegetal

a) El currículo de la L.O.G.S.E. (Tabla 1), aun estando poco especificado, promueve el estudio global y equilibrado de los seres vivos desde las tres perspectivas: morfológica, funcional y en relación con el medio. Así, en los primeros cursos se insiste en el desarrollo de la idea de diversidad de los seres vivos (ecosistema), pero también de su unidad funcional (funciones vitales) y anatómica (la célula). En concreto, el estudio de la fotosíntesis se enmarca en el nivel de individuo que incorpora procedimientos específicos en su tratamiento (ver

Criterios de evaluación), de gran importancia para el desarrollo de este núcleo conceptual. Así mismo, se pospone para 4º curso su tratamiento a nivel celular (nutrición autótrofa y heterótrofa), al igual que ocurre con los contenidos más complejos relativos a ecosistemas y a ciclos de materia y energía.

Tabla 1. Currículo L.O.G.S.E. en Galicia

NIVEL (Etapa)	CONTENIDOS (Integrados para los tres cursos)	CRITERIOS EVALUACIÓN (Definidos para toda la etapa)
E.S.O. (1º, 2º y 3º CURSO)	**B. 3. Diversidad y unidad de los seres vivos**	-Diseñar y realizar experiencias con plantas..., para determinar la incidencia de algunas variables que intervienen en el proceso de fotosíntesis y de la respiración, aportando datos que demuestren la gran importancia de ambos procesos para la vida. -Caracterizar un ecosistema..., e interpretar algunas de las relaciones que existen entre ellos.
	- Las funciones de los seres vivos, nutrición,.. .	
	B.5 características e interacciones de los componentes del medio natural.	
	- Las relaciones de los seres vivos. Intercambios de materia y energía como características de la actividad vital.	
Especificaciones para 4º CURSO	**B.1. El ser vivo como sistema.**	
	-La célula...Nutrición autótrofa y heterótrofa.	
	B.2. Relaciones tróficas.	
	-Ciclos de materia y flujo de materia y energía en el ecosistema...	

b) La L.O.E., refleja una concepción diferente (Tabla 2). Así, la nutrición vegetal aunque se introduce en 1º curso, se prescribe fundamentalmente para 2º y 4º curso y su estudio, si bien se aborda desde las tres perspectivas, establece una secuenciación que no sigue un tratamiento gradual y progresivo a lo largo de la etapa para el nivel celular, ya que lo adelanta al 2º curso. Lo que significa que se introducen prematuramente aspectos explicativos abstractos "la célula como unidad".

Tabla 2. Currículo L.O.E. en Galicia

NIVEL (Curso)	CONTENIDOS (Estructurados en bloques)	CRITERIOS EVALUACIÓN (Unificados para toda la materia)
1º CURSO	**B.4. La vida en la Tierra: los seres vivos.**	- Reconocer que los seres vivos están formados por células y que llevan a cabo funciones vitales. .
	- Descripciones de las características que definen a los seres vivos: Las funciones vitales.	
2º CURSO	**B.4 La vida en acción: las funciones vitales.**	-Interpretar los aspectos relacionados con las funciones vitales de los seres vivos a partir de observaciones experimentales., comprobando el efecto que tienen determinadas variables en los procesos de nutrición,.. . -Identificar... y representar gráficamente las relaciones tróficas establecidas entre sus seres vivos e valorar su diversidad.
	-Diferenciación de los dos tipos de nutrición: autótrofa y heterótrofa. Descripción y comparación cualitativa de los procesos de fotosíntesis, respiración y fermentación. -Valoración de la importancia de la fotosíntesis para la vida en la Tierra.	
	B.5. Ambiente: el ambiente natural.	
	- Reconocer el papel de los organismos productores,...en el ecosistema.	
4º CURSO	**B.1.La vida en el planeta.**	- Identificar las estructuras características de la célula procariota, eucariota vegetal y animal, y relacionar cada uno de los elementos celulares con su función biológica. -Explicar cómo se realiza la transferencia de materia y energía en un ecosistema, a lo largo de una cadena o red trófica.
	- Caracterización de ls diversos tipos de células: procariotas, eucariotas; vegetales y animales. Reconocimiento de los principales orgánulos.	
	B.2. Relaciones tróficas	
	-Construcción e identificación de cadenas y redes tróficas en el ecosistema ... -Ciclo de la materia y flujo de materia y energía en el ecosistema...	

c) La L.O.M.C.E., trata la nutrición vegetal de forma específica en los currículos de 1º, 3º y 4º curso (Tabla 3) y se aborda desde las tres perspectivas. En 1º curso, se insiste en el desarrollo de la idea de diversidad de los seres vivos y de las funciones vitales (nivel macroscópico). Mientras que el nivel celular, se prescribe para 3º y 4º. En cuanto al nivel de ecosistema, si bien se inicia su estudio con aspectos sencillos en 1º curso, su mayor nivel de complejidad relativa a los ciclos de materia y flujo de energía se pospone para 4º curso. Cabe destacar en esta ley, la ausencia de estrategias experimentales en este núcleo temático. Además tanto en el nivel celular como en ecosistemas se introducen conceptos en 4º curso como: "*interpretar relaciones evolutivas entre tipos de células…, reconocer la relación morfología y función de los orgánulos celulares" o "las sucesiones*", de complejidad excesiva para esta etapa (ver 4º curso. Criterios de evaluación y Estándares de aprendizaje).

Tabla 3. Currículum L.O.M.C.E. en Galicia

NIVEL (Curso)	CONTENIDOS (Estructurados en bloques)	CRITERIOS EVALUACIÓN (Definidos para cada bloque)	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE* (Definidos para cada bloque)
1º CURSO	**B.3. La biodiversidad en el planeta Tierra.**		
	-Plantas: características principales, nutrición,..	--Conocer las funciones vitales de las plantas y su importancia para la vida.	-Detallar el proceso de n.autótrofa y relaciónalo con su importancia para todos los seres vivos.
	B. 4. Los ecosistemas.		
	Ecosistema: identificación de sus componentes.	-Diferenciar los componentes del ecosistema	-Identificar los componentes del ecosistema
3º CURSO	**B.2. La célula unidad estructural y funcional de los seres vivos.**		
	-Características básicas de la célula procariota y eucariota, animal y vegetal. -Funciones vitales: nutrición	- Describir las funciones comunes de todos los seres vivo, diferenciando entre n. autótrofa y n. heterótrofa	- Contrastar el proceso de n. autótrofa y n. heterótrofa y deducir la relación entre ellas.
4º CURSO	**B.1.La evolución de la vida.**		
	- C. procariota y eucariota: relaciones evolutivas. Célula animal y vegetal.	- Determinar las analogías y las diferencias en la estructura de las células… e interpretar sus relaciones evolutivas.	-Comparar la c. procariota y eucariota, la animal y la vegetal y la función de los orgánulos celulares y la relación entre morfología y función.
	B.3. Ecología y medio ambiente.		
	-Relaciones tróficas. - Ciclo de materia y flujo de energía.-Pirámides ecológicas. -Ciclos biogeoquímicos.	- Explicar los conceptos de cadenas y redes tróficas. -Expresar como se produce la transferencia de materia y energía a lo largo de una cadena o red trófica. .	- Reconocer los niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas y valorar su importancia para la vida en general.

*(Nuevo elemento del currículo, que se definen como las concreciones de los criterios de evaluación)

Conclusiones

Las modificaciones que se han ido produciendo en la propuesta curricular para la E.S.O. en las distintas legislaciones educativas, a partir de la L.O.G.S.E., han supuesto:

1. El paso de un modelo de currículo abierto y flexible con una visión globalizadora e integradora de etapa y de las ciencias de la naturaleza como área de conocimiento, a un modelo con una estructura más secuenciada y compartimentada del conocimiento en cursos y materias específicas (Biología y Geología/Física y Química) que no favorece la integración de los contenidos de ciencias, tan necesaria en esta etapa educativa (Jiménez Alexandre, & Sanmartí, 1997).

2. El estudio de la nutrición vegetal, desde los tres niveles de organización (macroscópico, celular y ecosistema), se mantiene en todas las leyes educativas. Sin embargo debemos destacar que la propuesta L.O.G.S.E. incluye un tratamiento progresivo y equilibrado desde las tres perspectivas, siguiendo las recomendaciones de las investigaciones en Didáctica de las Ciencias (González et al, 2009), mientras que las legislaciones posteriores descuidan algún aspecto, a pesar de proponer currículos más especificados y secuenciados.

Así, la L.O.E. no realiza un estudio gradual y progresivo del nivel celular, lo cual no permite que el alumno vaya desarrollando un modelo de ser vivo cada vez más amplio, donde se entienda que, individuos observables y próximos como las plantas, poseen unos requerimientos nutritivos distintos a los animales (González et al, 2004).

En cuanto a la L.O.M.C.E., si bien presenta una adecuada progresión de los tres niveles, se observa una excesiva profundización y abstracción conceptual en el nivel celular y del ecosistema para este nivel educativo y que sería conveniente posponer su estudio para el Bachillerato (Cañal, 2005). También la ausencia de propuestas experimentales (que figuraban en las leyes anteriores), dificulta el poder conseguir un aprendizaje significativo en este tema.

3. Para finalizar señalar que los cambios legislativos que sucedieron a la L.O.G.S.E., han supuesto currículos con un mayor grado de secuenciación y especificación de sus elementos pero no han conseguido una mejor selección y progresión de los contenidos de nutrición vegetal para esta etapa educativa. Sin embargo si han ido limitando poco a poco la libertad y responsabilidad del profesorado en la toma de decisiones en cuanto a –qué enseñar, cómo enseñar y cuando enseñar– y con ella la necesidad de una mayor implicación y responsabilidad docente en el proceso educativo.

Referencias bibliográficas

Cañal, P. (2005). *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje.* Madrid: Síntesis.

García Rovira, M. P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra. VII Congreso E.S.O.*, 1-6.

Gómez Galindo, A. A., Sanmartí, N., & Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias,* 25(3), 325-340.

González Rodríguez, C.; García Barros, C.; Martínez Losada, C. (2004). Tratamiento conceptual de la nutrición vegetal en los documentos oficiales (LOGSE y LOCE). *Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 35-41). San Sebastian: Universidad del País Vasco.

González Rodríguez, C., Martínez Losada, C., & García Barros, S. (2009). Problemática de la nutrición vegetal en la educación obligatoria. Una propuesta de secuencia. *Revista de Educación en Biología.* 12 (2), 36-44.

Jiménez Aleixandre, M. P., & Sanmartí, N. (1997) ¿Qué ciencia enseñar. Objetivos y contenidos en la Educación Secundaria. In L. Del Carmen (Ed.), *La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE/HORSORI.

¿Qué prácticas científicas se abordan en el currículum oficial del País Vasco para la etapa infantil?

Ainara Achurra, Teresa Zamalloa y Araitz Uskola

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco UPV/EHU

ainara.achurra@ehu.eus

Resumen:

En este artículo se analizan las prácticas científicas en el actual currículum oficial del País Vasco para la etapa 0-6 años. Para ello, se realizó un análisis cualitativo del texto del currículum correspondiente al ámbito "Construcción de la propia identidad y conocimiento del medio físico y social", incluyendo objetivos, contenidos comunes y específicos y criterios de evaluación. En dicho texto se identificaron operaciones de indagación, argumentación y modelización. Los resultados muestran que la ciencia escolar establecida en el currículum trata de integrar las prácticas científicas; y que existe una clara focalización en la indagación. Asimismo, se discuten algunas debilidades encontradas en el currículum como, por ejemplo, la ausencia de formulación de preguntas en la práctica de la indagación.

Palabras clave: indagación; argumentación; modelización; alfabetización; Educación Infantil.

Introducción

El niño, en su interacción con el medio físico y natural, tiene la capacidad innata de interesarse por fenómenos y elementos, explorarlos, realizar representaciones sobre ellos, recoger datos, imaginar soluciones a problemas, etc. (Cañal, 2006). El conocimiento del niño sobre su entorno, el desarrollo de dichas capacidades y el fortalecimiento de las actitudes que las impulsan dependen fuertemente de las experiencias que haya vivido, incluidos los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es por ello que actualmente se considera conveniente realizar los procesos iniciales de alfabetización científica en la etapa infantil (Couso *et al*., 2011).

¿Cómo propiciar la alfabetización científica en la etapa infantil? Existe una tendencia actual en la Didáctica de las Ciencias de situar las prácticas científicas como eje de la enseñanza y aprendizaje en todas las etapas educativas, donde el docente guía y orienta, y el discente es activo y se involucra en dichas prácticas (Osborne, 2014).

En este trabajo, entendemos que las prácticas científicas incluyen la indagación, la argumentación y la modelización, y que la práctica de la indagación consiste en plantear cuestiones científicas y resolverlas planificando y diseñando estudios o experimentos; la argumentación, en evaluar conocimiento en base a pruebas científicas; y la modelización, en explicar fenómenos a través de modelos, construirlos y revisarlos (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; Osborne, 2014). Estamos de acuerdo con Crujeiras y Jiménez-Alexaindre (2012) en que la participación del alumnado en las prácticas científicas conlleva aprender ciencias y aprender sobre la naturaleza de la ciencia, y que, para ello, el profesorado debe diseñar tareas que requieran de la participación del alumnado. Pero hay que señalar que, si bien existen ejemplos de prácticas científicas en

todas las etapas educativas, la etapa infantil es la menos estudiada (Cruz-Guzmán *et al*., 2017; Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016; 2017).

La integración de las prácticas científicas en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias se ha reflejado en las políticas educativas. Así, en el marco del NRC (National Research Council, 2012), las prácticas científicas se incluyen en tres esferas: investigar, evaluar y desarrollar explicaciones, las cuales se asocian con la indagación, la argumentación y la modelización, respectivamente (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017). Estas últimas se corresponden con las competencias científicas recogidas en PISA 2015 (OECD, 2013): evaluar y diseñar investigaciones científicas (indagación), interpretar datos y evidencias científicamente (argumentación) y explicar fenómenos científicamente (modelización).

A nivel estatal y de comunidad, el currículum es el instrumento que recoge las políticas educativas. No obstante, existen pocos análisis de las fortalezas y debilidades de los currícula oficiales. Para la etapa de infantil, destacan los estudios realizados por García-Carmona *et al*. (2013; 2014) y Mosquera *et al*. (2017).

A raíz de lo expuesto en esta introducción, se plantea investigar, a nivel del País Vasco, cómo aborda el currículum de Educación Infantil la indagación, argumentación y modelización.

Metodología

Se ha realizado un análisis cualitativo del contenido del currículum oficial vasco para la etapa infantil, establecido por el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco (D 237/2015, de 22 de diciembre). El texto revisado corresponde principalmente al ámbito "Construcción de la propia identidad y conocimiento del medio físico y social", incluyendo su caracterización, objetivos, contenidos comunes y específicos y criterios de evaluación; también se han revisado los contenidos comunes a los distintos ámbitos del currículum, relacionados con las competencias básicas transversales. Asimismo, se ha analizado si la definición de competencia científica hace referencia a las prácticas científicas.

Las prácticas científicas se han identificado a través de operaciones relacionadas con la indagación, argumentación y modelización (ver segunda columna de la Tabla 1). Para ello, nos hemos basado en el NRC (2012), literatura específica (e.g., Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; Osborne, 2014) y estudios previos de los currícula oficiales, entre ellos el gallego (Mosquera *et al.*, 2017). Se ha considerado que una operación está presente cuando aparece en el currículum de manera clara y explícita y ausente cuando no se menciona.

Resultados y discusión

Las prácticas científicas en el currículum oficial del País Vasco para la etapa infantil

Las prácticas científicas aparecen recogidas en objetivos, contenidos y criterios de evaluación del currículum (ver resumen en la Tabla 1). Sin embargo, en primer lugar, hay que señalar que en el currículum no se define explícitamente la competencia científica; en su lugar, se describe cómo se debe desarrollar, haciéndose referencia explícita a operaciones de indagación como la observación, manipulación y predicción de consecuencias, e implícitamente a la exploración y experimentación: "la manipulación de objetos y materiales y la intervención sobre éstos produciendo cambios, transformaciones, observando los resultados y anticipando y prediciendo posibles consecuencias" (D 237/2015, de 22 de diciembre, p. 29). Nótese que el predominio de la indagación es claro.

También hay que señalar que en la caracterización del ámbito estudiado, la "Construcción de la propia identidad y Conocimiento del medio físico y social", respecto a la interacción del alumno con el medio físico, se observa que se nombra por primera vez "indagación"; además, se refuerza

con la inclusión de operaciones indagatorias propias como son la observación, exploración, investigación y manipulación; se incluye la modelización a través de varias operaciones (identificar elementos, detectar semejanzas/diferencias y realizar representaciones); y se hace referencia a la argumentación de modo muy superficial a través de la operación denominada establecer relaciones entre elementos.

Respecto a las prácticas científicas en objetivos, contenidos y criterios de evaluación del currículum (ver resumen en la Tabla 1), los objetivos y criterios son comunes al ámbito "Construcción de la propia identidad y Conocimiento del medio físico y social" y no se distinguen por etapas, mientras que los contenidos se separan por etapa y bloque. Asimismo, existen contenidos comunes a los diferentes ámbitos establecidos en el currículum. Como se observa en la Tabla 1, existe una clara focalización en: (i) la indagación, específicamente, en la observación y la exploración; y (ii) la identificación de elementos, características, etc., la cual se ha considerado como operación de modelización (etapa primaria de modelización). Ejemplos de ello son: "observar y explorar de forma activa su entorno físico y social" en objetivos; y "identificar atributos de elementos y colecciones" en objetivos.

La argumentación se trata, en general, a un nivel superficial, en cuanto a que prácticamente solo se hace referencia a la operación "establecer relaciones"; sin embargo, esta adquiere importancia en el segundo ciclo, en el bloque del medio físico, con la inclusión de la operación "formular conjeturas", entendiendo que estas se basan en pruebas. Ejemplos de ello son: "establece relaciones entre las cualidades de los objetos (forma, color, tamaño, peso…) y su comportamiento físico (caer, rodar, flotar, deslizar…)" en criterios de evaluación; y "formulación de conjeturas sobre los seres vivos" en contenidos.

Respecto a los dos bloques (bloque 1: Construcción de la propia identidad; bloque 2: Interacción con el medio físico y natural), la indagación y la argumentación se encuentran principalmente en el medio físico; y la modelización, en ambos, con la peculiaridad de que la realización de representaciones solo se refiere al cuerpo humano (construcción de la propia identidad). Esta última operación se recoge, por ejemplo, en contenidos como "elaboración y representación de un esquema corporal cada vez más ajustado".

En lo que se refiere a la evolución en las prácticas científicas del primer ciclo al segundo ciclo, ésta no es clara, en parte porque los contenidos son los únicos que se desglosan por ciclo. Destacan, por su complejidad, en el segundo ciclo, la formulación de conjeturas (argumentación) y la realización de representaciones (modelización). También hay que señalar que, en base a las operaciones incluidas en los criterios de evaluación, se deduce que faltan operaciones en objetivos y/o contenidos. Entre otros, este es el caso de la operación "realizar hipótesis".

En resumen, teniendo en cuenta los objetivos, contenidos y criterios de evaluación del currículum, consideramos que este se centra en la indagación y trata de manera superficial la modelización y la argumentación.

Además de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación del currículum, en la Tabla 1, se ha incluido una columna sobre contenidos comunes a los distintos ámbitos del currículum, relacionados con las competencias básicas transversales, debido a que dicho apartado del currículum incluye varias operaciones que pueden relacionarse con las prácticas científicas, algunas más obvias que otras. Así, se menciona por primera vez "justificar" y "argumentar", pero se obvia la palabra "prueba" o similares. Además, dichas operaciones no se mencionan ni en objetivos ni en criterios de evaluación, lo que hace difícil interpretar su relevancia como prácticas científicas.

Limitaciones del currículum

Aunque el currículum integra las prácticas científicas, existen carencias a señalar. Respecto a la indagación, cabe mencionar la ausencia de la operación "formular preguntas", que es clave

Tabla 1. Prácticas científicas (indagación, argumentación y modelización) en el currículum de E.I. del País Vasco, según los objetivos, contenidos y criterios de evaluación propuestos en el mismo. En la última columna se han incluido contenidos comunes relacionados con las competencias básicas transversales. Bloque 1: Construcción de la propia identidad; bloque 2: Interacción con el medio físico y natural

Prácticas científicas	Operaciones (Indicadores)	Objetivos		Criterios de evaluación		Contenidos 1er ciclo		Contenidos 2º ciclo		Contenidos comunes
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 1	Bloque 2	
Indagación	Observar		x		x	x	x		x	
	Explorar	x	x		x	x	x	x	x	
	Investigar		x							
	Experimentar		x							
	Manipular				x		x			
	Identificar, obtener y recuperar información									x
	Planificar y analizar tareas y proyectos									x
	Ejecutar lo planificado y, en su caso, ajustarlo									x
	Valorar lo planificado y realizado y desarrollar propuestas de mejora									x
Argumentación	Establecer relaciones		x	x	x					
	Formular conjeturas								x	
	Verificar hipótesis				x					
	Justificar									x
	Argumentar									x
Modelización	Identificar elementos, características, etc.		x	x	x	x	x	x	x	
	Realizar representaciones			x				x		
	Realizar hipótesis				x					
	Crear y expresar ideas									x
	Describir									x

en las típicas secuencias de pregunta-predicción-comprobación experimental. Según Hinojosa y Sanmartí (2016), en la etapa de los 3 a 7 años, la pregunta la puede hacer el profesor o el mismo alumno. Tampoco la experimentación está clara y explícitamente recogida en el currículum. Ambas operaciones, formulación de preguntas y experimentación, pueden ser realizadas en la etapa infantil, como se demuestra, por ejemplo, en la investigación de Cruz-Guzmán *et al.* (2017), donde niños de 2 a 4 años realizan secuencias de pregunta-predicción-experimentación para aprender sobre los cambios de estado. En los resultados se observa que los alumnos mejoran en el planteamiento de predicciones y en la comprobación de éstas mediante la experimentación, además de avanzar en los conocimientos sobre los cambios de estado.

En lo referente a la argumentación, cabe señalar la ausencia de las operaciones "usar pruebas" y "extraer conclusiones", mientras que en la modelización destaca la ausencia de "explicar fenómenos" y "usar modelos". Las investigaciones sobre argumentación y modelización en la etapa infantil son escasas, y esto puede verse reflejado en los currícula oficiales.

Sin embargo, Monteira y Jiménez-Aleixandre (2016) demuestran que niños de 5 a 6 años son capaces de generar y usar pruebas para soportar afirmaciones, en un proyecto sobre caracoles. Los niños proponen sus propias preguntas, llevan a cabo experimentos y observaciones, recogen datos y dibujan conclusiones, bajo la guía del profesor. Sus resultados indican que los niños evolucionan en la argumentación a lo largo del proyecto (5 meses).

Además, siguiendo a Hinojosa y Sanmartí (2016), la modelización se debe enfatizar en la etapa de los 14 a los 18 años, lo cual no implica que deba estar ausente en la etapa infantil. Un buen ejemplo es el estudio realizado por Monteira y Jiménez-Aleixandre (2017), donde niños de 3 a 4 años construyen el modelo de caracol. Para la expresión de sus modelos mentales se usa la representación mediante dibujos, en los que se comprueba que los niños identifican elementos del caracol, describen conceptos y realizan comparaciones, principalmente referidos a la morfología y fisiología del caracol.

Conclusiones

De los resultados anteriores, puede concluirse que el currículum de E.I. del País Vasco trata de integrar las actuales tendencias en enseñanza de las ciencias, las prácticas científicas. Entre ellas, destaca claramente la indagación, y dentro de la indagación, la observación y la exploración. No obstante, se omite la formulación de preguntas (por parte del alumno o profesor), que es el punto de inicio en las secuencias de indagación típicas pregunta-predicción-comprobación experimental.

Existe una falta de focalización en la argumentación y la modelización, si bien es cierto que se incluyen operaciones de nivel primario como la identificación de elementos, características, etc. (modelización) y formulación de conjeturas (argumentación).

Referencias bibliográficas

Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil, 33,* 5-9.

Couso, D., Jiménez-Aleixandre, M. P., López-Ruíz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J. M. y Sanmartí, N. (2011). *Informe Enciende: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.

Crujeiras, B. y Jiménez-Alexaindre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas. Aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 72*, 12-19.

Cruz-Guzmán, M., García Carmona, A. y Criado García-Legaz, A.M. (2017). Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta-predicción-comprobación experimental. *Enseñanza de las Ciencias, 35.3*, 175-193.

Decreto 237/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Infantil y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín Oficial del País Vasco*. Vitoria-Gasteiz, 15 de enero de 2016, núm. 9, pp. 1-50.

García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2013). ¿Qué educación científica sugiere el currículo oficial de Andalucía para la etapa de Infantil? *Investigación en la Escuela, 79*, 87-103.

García-Carmona, A., Criado, A.M. y Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de Primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias, 32(1),* 139-157.

Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2016). Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos. 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 535-542. Badajoz: Universidad de Extremadura/Ápice.

Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En Taber K.S., Akpan B. (Eds.), *Science Education* (pp. 69-80). New Directions in Mathematics and Science Education. SensePublishers, Rotterdam.

Monteira, S. F. and Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016), The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching, 53*, 1232-1258.

Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017). Construcción de modelos y apropiación de recursos comunicativos en el aula de infantil (3-4 años). *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario (2017)*, 4273-4279.

Mosquera, I. M., Puig, B. y Blanco, P. (2017). Las prácticas científicas en el currículum y formación del profesorado de infantil. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario (2017)*, 2171-2176.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Paris: OECD.

Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. En N. G. Lederman y S. K. Abell, (Eds.), *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 1835-1901). New York: Routlegde.

¿Cómo se trabaja la Naturaleza de la Ciencia a través de las actividades de los libros de ciencias de secundaria?

Margarita Ibáñez, Mª Pilar Jiménez-Tejada y Mª del Carmen Romero-López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

pjtejada@ugr.es

Resumen:

El presente trabajo muestra un análisis de las actividades pertenecientes a los temas de introducción a la ciencia de los libros de Biología y Geología y Física y Química de Educación Secundaria. El objetivo es conocer con qué frecuencia, y de qué manera, se trabajan determinados contenidos que guardan relación con la naturaleza de la ciencia. Para ello se han analizado las actividades bajo dos criterios: qué contenido se trata en cada una de ellas y de qué tipo es cada actividad. Los resultados revelan que estas se centran, mayoritariamente, en la metodología científica, y prestan una atención muy limitada a otros aspectos importantes como son la evolución de la ciencia o los modelos científicos. Además, las actividades analizadas rara vez promueven el pensamiento crítico y la argumentación, mientras que las reproductivas son comunes.

Palabras clave: Educación Secundaria; libros de texto; análisis de actividades; *naturaleza de la ciencia*.

Introducción y justificación

La investigación sobre la imagen de la ciencia que transmiten los libros de texto ha sido objeto de numerosos análisis, encontrándose normalmente representada como una acumulación de hechos en los que no se hace referencia ni a los debates o dificultades que se pudieron presentar durante el desarrollo de los mismos, ni al contexto histórico o social en que tuvieron lugar (Occelli y Valeiras, 2013; Solaz-Portolés, 2010). Occelli y Valeiras (2013) lo resumen como un énfasis en el producto, pero no en el proceso, que suele presentarse con un carácter individualista, en el que diferentes científicos llegaron a diversos descubrimientos mediante un método inductivo o experimental. Los textos olvidan destacar, tanto el componente creativo e imaginativo como la importancia de la comunidad científica para validar el conocimiento (Solaz-Portolés, 2010).

¿Qué es la ciencia?, ¿cómo funciona?, ¿cómo trabajan los científicos? o ¿cómo se relacionan ciencia y sociedad? son cuestiones resueltas por lo que hoy conocemos como Naturaleza de la Ciencia (NdC) (McComas, Clough y Almazroa, 1998). Si bien la comunidad científica ha llegado a cierto consenso sobre las características básicas de la ciencia, en torno a ellas existen ideas poco correctas muy extendidas, y que con frecuencia son transmitidas por los libros de texto, dificultándose aún más el cambio de mentalidad en la población (Afonso y Gilbert, 2010; Guisasola y Morentin, 2007; McComas, 1998; autores). Por ello, instruir en NdC ayuda a mostrar cómo se originaron los contenidos científicos enseñados, a la par que puede cambiar las concepciones erróneas que la población posee sobre la misma (Lederman, 2007). La argumentación y la discusión entre compañeros ante ideas erróneas de NdC se han mostrado como herramientas eficaces para comprender mejor la ciencia y su naturaleza (Çetinkaya, Turgut y Duru, 2015; Good, 2012; Tsai, Lin, Shih, y Wu, 2015; Yu y Yore, 2013). Por todo ello, sabiendo que los libros de texto

son una herramienta muy usada en el aula (Occelli y Valeiras, 2013), se hace patente la necesidad de conocer cómo se trata la NdC en ellos. En el presente trabajo se presenta un análisis de libros de texto de Educación Secundaria que tiene por objetivo caracterizar las actividades de los temas de introducción a la ciencia en función del contenido que tratan, y del tipo de actividad.

Metodología

Se han analizado 31 libros (Anexo 1) de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) pertenecientes a la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE): 15 de Biología y Geología (BG) y 16 de Física y Química (FQ). Para la revisión se diseñó un protocolo validado por profesores del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada. En él se buscaba definiciones de determinados conceptos relativos a la ciencia y la metodología científica, observándose su localización dentro del tema y libro, así como el tipo de actividades que contenían. Sin embargo, por cuestiones de espacio, en el presente trabajo nos centraremos en el análisis de las actividades. Estas se agruparon por categorías siguiendo la clasificación de Koch y Eckstein (1991, citado en Campanario, 2001), modificada para nuestro estudio (Anexo 2).

Se averiguó la distribución de frecuencias para las diferentes categorías establecidas y para los contenidos con los que están relacionadas las distintas actividades. Los posibles contenidos con los que están relacionadas son: Las descripciones de ciencia y de metodología científica acordes con la visión actual de la NdC, si se diferencia ciencia de pseudociencia, la presencia de modelos científicos, la presencia de la evolución de la ciencia y la contribución de la mujer.

Por su peculiaridad, hemos considerado aparte a aquellas actividades que involucran al estudiante en una investigación o práctica, y que suelen aparecer al final de cada tema. Para los resultados y discusión las hemos denominado "sección final", que han sido analizadas como una única actividad. Puesto que una actividad puede estar en más de una categoría simultáneamente, la suma de los porcentajes puede superar el 100%.

Resultados y discusión

Contenido trabajado

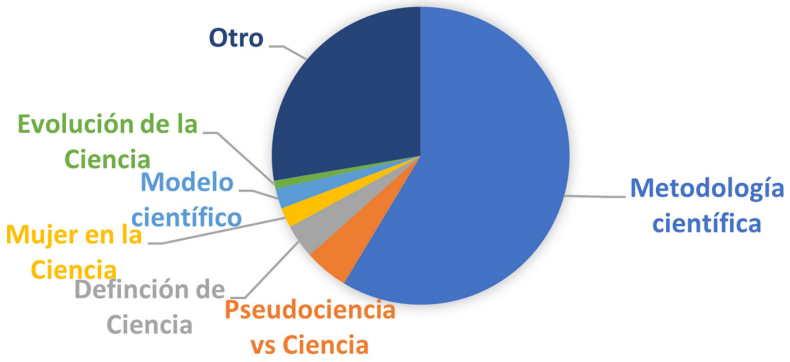
De los 31 libros analizados, 20 contenían un bloque de introducción a la ciencia, constituyendo estos la muestra final del estudio. No obstante, sólo en 5 de ellos ese bloque conforma un tema completo y en los 14 restantes forma parte de un tema (tabla 1). En los primeros se analizaron todas las actividades, mientras que en los segundos solo se estudiaron aquellas relativas a esa parte del tema. Finalmente, en uno de ellos el bloque introductorio aparece como apéndice final. Este último caso pertenece al libro de BG de 1º de ESO de SM, y consiste en una serie de cómics históricos titulados "Locos por la ciencia". Estos resultados no concuerdan con lo que especifica el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (MECD, 2014). En él se fija como primer bloque de contenidos la metodología o actividad científica en todos los cursos de la ESO, tanto en FQ como en BG (excepto para 4º ES de BG). Aunque en el Real Decreto aparecen juntos los contenidos de BG de 1º y 3º, y los de FQ de 2º y 3º, la Orden de 14 de julio de 2016 (BOJA nº 144 de 28/07/2016) mantiene en todos los casos este primer bloque. Estas carencias no supondrían un problema si se solventasen en el resto de bloques de contenidos con las orientaciones del profesor.

De los 20 libros que contenían un bloque de introducción a la ciencia, se analizaron un total de 455 actividades más 22 secciones finales. Los contenidos que se trabajan en las actividades y su frecuencia se describen en la gráfica 1. En la mayoría de los casos, no se trabaja más de un contenido simultáneamente. Tan solo se hallaron cuatro en las que se pedía alguna característica de la NdC junto con la metodología científica, y un ejercicio que trabaja la evolución de la

Tabla 1. Distribución de los contenidos de introducción a la ciencia, por asignatura y curso

Asignatura	Curso	Nº de libros	Nº desglosado según tipo de sección		
			Tema completo	Parte de un tema	Apéndice
BG	1º	4	3	0	1
	3º	1	1	0	0
FQ	2º	2	1	1	0
	3º	11	0	11	0
	4º	2	0	2	0
TOTAL		20	5	14	1

ciencia mediante los modelos. El número de actividades que involucra cada contenido está en consonancia con lo encontrado a nivel teórico, con un alto número de actividades que implica la metodología científica y siendo los conceptos de ciencia, modelo, evolución de la ciencia y contribución de la mujer los que reciben menor atención (gráfica 1). El porcentaje de actividades sobre pseudociencia, si bien no es alto, ha sido algo mayor de lo que esperábamos, tomando en cuenta los contenidos teóricos encontrados en otro estudio más amplio (Ibañez, 2017).



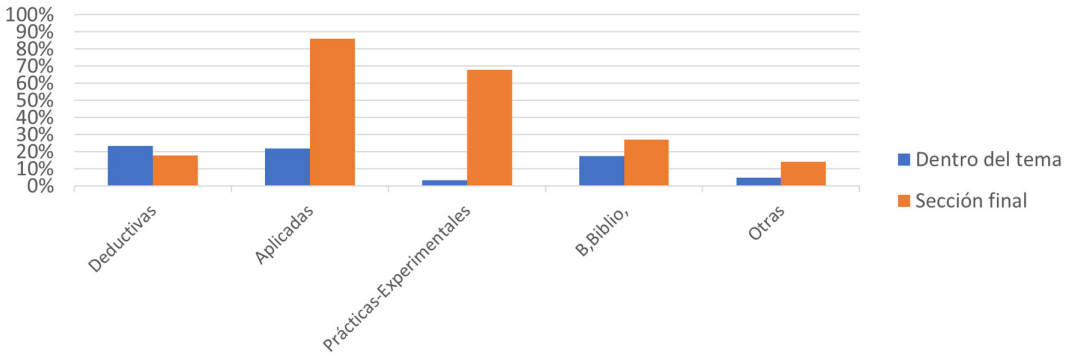
Gráfica 1. Distribución de los diferentes contenidos tratados en las actividades

Tipo de actividad

El 18,9% de las actividades fueron clasificadas simultáneamente en más de una categoría. Aquellas que son del tipo práctico-experimentales y crítico-argumentativas son las que menos aparecen en todos los libros. Cabe mencionar que el número de las práctico-experimentales podría compensarse un poco en aquellos libros que tengan secciones finales con actividades de este tipo (gráfica 2). Los libros de Bruño de BG de 1º y 3º de ESO y de FQ de 2º presentan una marcada descompensación a favor de las reproductivas. Estas suponen la mitad de las actividades en el libro de 2º y más de la mitad en los de 1º y 3º. Estos datos no son nada halagüeños, puesto que el uso de la argumentación ha demostrado beneficios en la enseñanza en general (Yu y Yore, 2013) y como recurso para disminuir las creencias pseudocientíficas en particular (Tsai et al., 2015).

En las secciones finales predominan las actividades aplicadas y práctico-experimentales, hecho que era de esperar por la naturaleza de estas secciones (protocolos o guías prácticas y/o de investigación). En concreto hay siete actividades en las que se pide a los alumnos que elaboren

un informe sobre lo realizado. Este último punto nos parece positivo, pues creemos que realizar un informe ayuda a asentar los conocimientos sobre lo que se ha hecho y acerca al estudiante al procedimiento de la transmisión del conocimiento científico.



Gráfica 2. Distribución de los diferentes tipos de actividades dentro del tema y sección final

Conclusiones

La oferta de actividades es manifiestamente mejorable, teniendo en cuenta la dificultad del estudiantado para comprender la NdC. Esta, junto a la argumentación, son esenciales especialmente al enfrentarlo a situaciones problema. Sin embargo, las reproductivas siguen siendo las más frecuentes, mientras que las crítico-argumentativas escasean.

Si el libro de texto es un referente para docentes y estudiantes, es conveniente plantear actividades que requieran de la argumentación y el pensamiento crítico, ambos necesarios para formar ciudadanos responsables. Puesto que los libros de texto suelen ser un reflejo del currículo oficial, creemos que un cambio en los mismos debe pasar previamente por una reestructuración del currículo.

Finalmente, reconocemos como una limitación de este análisis el que esté circunscrito al tema de introducción a la ciencia. Desconocemos si los resultados serían mejores en caso de que se hubiesen analizado las actividades en todo el libro, especialmente en las secciones finales de los temas, cuya tendencia parece ser más experimental. Se presenta así una posible línea de investigación futura.

Referencias bibliográficas

Afonso, A. S., y Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education*, *32*(3), 329-348. DOI: 10.1080/09500690903055758

Campanario, J.M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias, 19*(3), 351-364.

Cetinkaya, E., Turgut, H., y Duru, M. K. (2015). The Effect of the Context of Science, Pseudoscience Demarcation on the Science Perceptions of Secondary School Students: The Case of Iridology. *Egitim ve Bilim*, *40*(181), 1-18. DOI: 10.15390/EB.2015.3127

Good, R. (2012). Why the study of pseudoscience should be included in nature of science studies. En M.S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 97-106). Springer Netherlands. DOI: 10.1007/978-94-007-2457-0_5

Guisasola, J., y Morentin, M. (2007). Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *6*(2), 246-262. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART2_Vol6_N2.pdf

Ibáñez Ibáñez, M. (2017). ¿Qué ciencia se introduce en los libros de texto de Educación Secundaria? (Trabajo Final de Máster). Universidad de Granada, Granada, España.

Lederman, N.G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. En S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. En W. F. McComas. (Ed.), The Nature of Science in Science Education (pp. 53-70). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W.F., Clough, M.P., y Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. En W.F. McComas (Ed.), The Nature of Science in Science Education (pp. 3-39). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Occelli, M., y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias, 31*(2), 133-152. DOI: https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761

Orden de 14-7-2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. (BOJA 28-7-2016). (BOJA nº 144 de 28/07/2016).

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03-01-2015). (MECD, 2014).

Solaz-Portolés, J.J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XX1, 13*(1), 65-80. DOI: http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.13.1.277

Tsai, C.Y., Lin, C.N., Shih, W.L., y Wu, P.L. (2015). The effect of online argumentation upon students´pseudo-scientific beliefs. *Computers & Education, 80*, 187-197. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.08.018

Yu, S. M., y Yore, L. D. (2013). Quality, evolution, and positional change of university students' argumentation patterns about organic agriculture during an argument–critique–argument experience. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *11*(5), 1233-1254. DOI: 10.1007/s10763-012-9373-9

Anexos

Anexo 1. Lista de libros analizados, resaltando en gris aquellos en los que se ha encontrado un tema de introducción a la ciencia.

Biología Geología			Física Química		
EDITORIAL	**CURSO**	**AÑO**	**EDITORIAL**	**CURSO**	**AÑO**
Algaida	1º	2016	Algaida	3º	2016
	3º		Anaya	2º	2016
Anaya	1º	2016		3º	
	3º			4º	
	4º		Bruño	2º	2016
Bruño	1º	2015		3º	2015
	3º		Casals	3º	2015
Casals	1º	2016	Edebé	3º	2015
	3º	2015	Edelvives	3º	2015
Edebé	1º	2015		4º	2016
Edelvives	1º	2016	McGrawHill Education	3º	2015
Oxford	1º	2016	Oxford	3º	2016
Santillana	3º	2015	Santillana	2º	2016

SM (proyecto Savia). Serie Arce	1º	2015	Santillana	3º	2015
SM (proyecto Savia). Serie Arce	3º	2015	SM (proyecto Savia)	3º	2015
			Vicens Vives	3º	2016

Anexo 2. Protocolo de análisis.

Clasificación de actividades	
Tipos	**Ejemplos extraídos de los libros analizados**
Reproductivas (Reprod.): preguntas cuya respuesta presenta una única solución que puede obtenerse a partir del texto.	¿En qué consiste un experimento controlado? (BG, 1º ESO, 2015, Bruño).
Deductivas (Deduct.): preguntas cuya respuesta presenta una única solución que puede deducirse a partir del texto. Tienen un carácter más teórico que las aplicadas.	¿Qué diferencias hay entre una ley y una hipótesis? ¿Y entre una ley y una teoría científica? (Física y Química, 3ºESO, 2016, Oxford).
Aplicadas (Aplicad.): preguntas cuya respuesta presenta una solución que conlleva la aplicación del conocimiento presentado en el texto (ejemplos: problemas numéricos; interpretación de gráficos; o actividades creativas donde se pida, por ejemplo, generar un modelo explicativo o diseñar un experimento). Si bien la respuesta no es necesariamente única, sí habrá soluciones correctas e incorrectas. Tienen un carácter más práctico que las deductivas.	Diseña un experimento para comprobar la veracidad de la siguiente hipótesis: 'Los hongos, como el moho del pan o de la fruta, crecen mejor cuando la temperatura y la humedad ambiental son elevadas'. (BG, 1º ESO, 2016, Oxford). ¿A qué temperatura se disuelven 275 g de azúcar en 100 g de agua? (FQ, 3º ESO, 2016, Oxford).
Prácticas o experimentales (Pr-Exp.): se realiza alguna práctica o experimento. Con frecuencia implican aplicar uno o varios pasos de la metodología científica.	Siguiendo los pasos del método científico, comprueba si la siguiente hipótesis es cierta: 'Cuanta más agua tiene una planta, más crece'. (BG, 1º ESO, 2016, Oxford).
Lógico-reflexivas (L-R.): se plantea una pregunta que no tiene una única solución y que precisa razonar o pensar en las posibles respuestas. La respuesta exigida (pedida) tiene un carácter más subjetivo o personal que en las crítico-argumentativas.	¿Qué diferencias crees que existen entre una observación y un experimento? (FQ, 3º ESO, 2016, Oxford).
Crítico-argumentativas (Crit-Arg.): se trabaja sobre una situación o afirmación ya dada, para indagar en su veracidad, pidiéndose un análisis u opinión justificada con argumentos. La respuesta exigida tiene un carácter más objetivo que en las lógico-reflexivas (pues debe basarse en algo más que en una mera creencia u opinión).	Comenta la veracidad de la siguiente afirmación: 'En caso de que el tiempo sea una de las variables de nuestra experimentación, siempre irá en el eje horizontal de las gráficas'. (BG, 1º ESO, 2016, Oxford).
De búsqueda bibliográfica (B.Biblio.): se necesita información que no está en el texto, o se pide explícitamente la búsqueda de información extra, que no viene en el texto. Una vez encontrada la información requerida, se podrá encuadrar simultáneamente en alguno de los otros tipos de actividades.	Busca en libros o en internet los nombres de tres científicos o científicas importantes y señala alguno de sus descubrimientos. (FQ, 3ºESO, 2015, Bruño).
Otras: aquellas que no se pueden clasificar en ninguno de los tipos anteriores.	Más del 50% de la población mundial vive en las ciudades y los documentales nos acercan a la naturaleza. Conocerla nos permite protegerla. Busca en YouTube algunos vídeos de Félix Rodríguez de la Fuente y otros más actuales, y disfruta con ellos. (BG, 1º ESO, 2015, SM).

¿Qué entienden los estudiantes de 4ºESO por diversidad?

María Jesús Fuentes Silveira, Susana García Barros y Juan Carlos Rivadulla López

Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidade da Coruña

m.j.fuentes@udc.es

Resumen

La diversidad es un concepto complejo, sintético y multidimensional y se ha definido como una invariable que incluye los siguientes niveles: diversidad de poblaciones, de ecosistemas, genética y cultural. Dentro de este marco teórico se diseña una actividad para 4ºESO, que se realiza en tres momentos (inicial, un mes y año después), con el objeto de conocer que ideas tiene el alumnado sobre el significado de la diversidad y su valoración. Los resultados nos muestran que la casi totalidad asocian la diversidad a un solo nivel apreciándose ampliaciones a otros niveles a lo largo del tiempo, siendo el poblacional siempre el mayoritario y de menor presencia el cultural. Además los estudiantes consideran la diversidad positiva y aunque en sus justificaciones se aprecian referencias a los distintos niveles más de la mitad se centra en el nivel cultural.

Palabras clave: diversidad; biodiversidad; concepto; secundaria, enseñanza.

Marco teórico

La biodiversidad es un concepto clave para entender muchos procesos que se producen en la naturaleza. Así la reproducción sexual, la meiosis, y la mutación son generadores de diversidad genética lo cual hace posible la adaptación en un medio cambiante. Todo ello se encuentra enmarcado en el ecosistema donde se producen las interacciones de la variedad biótica; sin olvidar la diversidad que presentan los seres humanos que trasciende del ámbito biológico al implicarse el desarrollo y la evolución cultural. Como consecuencia la biodiversidad se presenta como eje vertebrador de los ámbitos: moléculo-celular, individuo-población, ecosistema-bioma y sociedad-naturaleza.

En relación al concepto de biodiversidad los alumnos presentan ideas poco elaboradas (Lindeman-Matties y Bos, 2008; González García y Salinas Hernández, 2004), también presentan dificultades con los conceptos ecológicos relacionados (Palmer, 1997) y escaso conocimiento de la diversidad biológica, especialmente en el contexto local (Genovart et al, 2013).

La diversidad es un concepto complejo, sintético, multidimensional y se ha definido como una propiedad intrínseca de los seres vivos, no un recurso, sino una característica de la naturaleza (Solbrig, 1994; Heywood y Watson, 1995), en definitiva, una "invariable" siguiendo el concepto que Francisco Varela (1989) concede a la adaptación. Concretamente la idea clave construida es "la diversidad es una invariable e incluye los siguientes niveles: diversidad de poblaciones, de ecosistemas, genética y cultural".

En este trabajo se pretende conocer cuáles son las ideas que en relación al concepto de diversidad, en concreto su significado y valoración, activan los alumnos de 4º de ESO y en qué medida

estas ideas evolucionan o se mantienen a lo largo del tiempo, después de haber desarrollado una propuesta de enseñanza dirigida al estudio de la diversidad en los cuatro niveles descritos.

Metodología

Se diseña una propuesta de enseñanza amplia dirigida al estudio de la diversidad (Fuentes Silveira, 2015). Dicha propuesta reúne 12 actividades en la que se van desarrollando los cuatro niveles citados en el marco teórico; la primera se dedica al propio concepto, seis al nivel de población y ecosistema, tres al genético y cultural, y las dos últimas a la evaluación.

En este trabajo se exponen únicamente (por razones de espacio) los resultados relativos a la primera actividad de dicha propuesta que atiende al significado de diversidad. En ella se pregunta a los alumnos, de manera abierta, sobre su significado (apartado a) y su valoración (apartado b), tal como presentamos a continuación:

> *"En los diferentes medios de comunicación habrás oído la palabra diversidad, también en este curso has estudiado la biodiversidad en relación a la sucesión.*
>
> *a) Quizás tengáis una idea aproximada de su significado y podréis escribir una frase con la palabra diversidad.*
>
> *b) ¿Consideráis que la diversidad de especies, de lenguas, de culturas... es positiva o negativa?, ¿por qué?"*

Participan 21 alumnos de 4º ESO, identificados numéricamente en resultados (A1, A2…), que discuten las tareas por parejas aunque elaboran individualmente por escrito las contestaciones, ejerciendo la profesora un papel de directora y orientadora. Finalizada la realización de todas las actividades (aproximadamente un mes después) todos vuelven a responder a las dos preguntas de la primera actividad y nuevamente un año más tarde, salvo tres de los 21 estudiantes iniciales.

Para el análisis de las respuestas del alumnado se establecieron categorías en función de su mayor o menor aproximación a la idea clave mencionada en el apartado anterior. Concretamente respecto a si la idea de diversidad atiende al nivel o niveles a los que se asocia el concepto (población, genético….), considerándose también otros matices incluidos en la frase del estudiante (ver categorías y frases textuales en tabla 1). Con relación a la valoración de la diversidad también se formulan categorías contemplando los tipos de justificaciones empleados (ver categorías y frases textuales en tabla 2). Con objeto de estudiar la evolución del alumnado se hace un análisis individual de las respuestas de cada alumno en los distintos momentos.

Resultados

Inicialmente la mayoría del alumnado al realizar una frase sobre el concepto de diversidad lo asocian a un nivel, atendiendo sobre todo al de poblaciones (13 estudiantes) en menor medida al cultural (5 alumnos) o al ecosistémico (2 escolares) y ninguno al genético. Solo dos atienden a dos niveles A13 (poblaciones y ecosistemas) y A20 (poblaciones y cultural) y tres a ninguno (tabla 1).

Un mes después (tabla 1) todo el alumnado se refiere en su frase a uno de los niveles en los que se ha estudiado la diversidad, salvo A17 a dos niveles (poblaciones y cultural). El de poblaciones continúa siendo el mayoritario (12 alumnos), le sigue el ecosistémico y el cultural (6 y 3 sujetos respectivamente).

Un año después el nivel de poblaciones es nuevamente el más considerado (9 estudiantes) le sigue nuevamente el ecosistémico (6 escolares), mientras el cultural no ha sido considerado. Solo A13 atiende a dos niveles (poblaciones y genes). Sin embargo, surgen otras respuestas (3 alumnos) no asociadas a ningún nivel concreto, incluidas en una nueva categoría *"términos genéricos"* (tabla 1).

Tabla 1. Respuestas de los alumnos en relación a los niveles en los que asocia la diversidad

Reconoce la diversidad		Ejemplos textuales	Inicial	Un mes después	Un año después
Términos genéricos		*La biodiversidad es buena*			3
De poblaciones	Genérico	*En un ecosistema hay diversidad de especies*	**9**	**5**	**3**
	Su papel en la supervivencia	*A mayor diversidad mayor probabilidad de sobrevivir*		**1**	**2**
	Acciones que la reducen	*Se está destruyendo la diversidad debido a la desforestación*		**1**	
	Concepto	*La diversidad está compuesta por los diferentes tipos de poblaciones*	**4**	**5**	**4**
De genes		*Es la variedad de genotipos que forman dicha especie*		1	1
De ecosistemas	En el planeta	*Hay zonas en la Tierra que tienen mucha variedad de especies*	2	**5**	**6**
	Endemismo	*La diversidad en el desierto se caracteriza por tener especies endémicas*		**1**	
Cultural	Genérico	*Hay una gran diversidad cultural*	**2**	1	
	Concepto	*La diversidad es la variedad de lenguas…*	**2**	2	
	Fuente de riqueza	*La diversidad de lenguas enriquece al planeta*	**1**		
Inclasificable		*Había gran diversidad de platos y postres*	3		

Nota: algunos estudiantes proporcionan más de una respuesta.

Con respecto a la valoración de la diversidad, inicialmente todos los alumnos la valoran positivamente. Más de la mitad de los argumentos se centran en aspectos culturales, y solamente dos emplean justificaciones de índole biológico (beneficios de la diversidad de poblaciones). El resto proporciona justificaciones genéricas, tautológicas o no contestan (3, 4 y 3 escolares respectivamente). Dos participantes a pesar de valorar positivamente la diversidad también reconocen aspectos negativos al considerar la diversidad cultural como posible fuente de conflicto (tabla 2).

Un mes después prácticamente todos los alumnos consideran la diversidad positiva. Más de la mitad de ellos continúan aportando justificaciones asociadas a la diversidad cultural y aumentan las razones biológicas, pues cuatro aluden al beneficio de la variedad biótica en el ecosistema y como novedad tres a la importancia de la variabilidad genética para la supervivencia de los organismos. Continúan las justificaciones genéricas (cuatro alumnos) y disminuyen las respuestas tautológicas y los participantes que no contestan. De los tres alumnos que consideran negativa la diversidad cultural, solo uno lo señala exclusivamente (tabla 2).

Un año después, todos los alumnos siguen considerando la diversidad positiva. La mitad emplean argumentos genéricos y seis los asocian de nuevo al ámbito cultural. Solo dos alumnos emplean una razón de tipo biológico manteniéndose el número de los que aportan respuestas tautológicas o no justifican (tabla 2).

Tabla 2. Respuestas de los alumnos en relación a la valoración de la diversidad

Justificación de la importancia de la diversidad			Ejemplos textuales	Inicial	Un mes después	Un año después
Positiva	Genérico		*Más completo será todo*	3	4	**9**
	Diversidad de poblaciones beneficia al ecosistema		*Podrá resistir mejor a las perturbaciones exteriores*	2	4	2
	Diversidad de genes importante para sobrevivir		*La diversidad genotípica puede sernos muy útil*		3	
	Cultural	Fuente de riqueza	*Porque puedes aprender nuevas formas de vida y ser mejor tu mismo.*	**11**	**11**	6
		Valor de la diferencia	*No todo el mundo actúa como nosotros, y nuestras costumbres no son las correctas y las mejores*			
Negativa: cultural			*Puede dificultar la comprensión entre los distintos tipos que la forman*	2	3	
Otros		Tautología	*Así hay diferentes especies, lenguas… y no todo es igual*	7	3	3
		No justifican				

Nota: algunos estudiantes proporcionan más de una respuesta.

En la figura 1 se recogen los cambios apreciados en cada alumno a lo largo del tiempo respecto a su concepción de diversidad (apartado a) y respecto a su valoración justificada (apartado b). Se comparan las respuestas iniciales con las aportadas un mes y un año después. Así al inicio de la actividad 16 alumnos atienden a un nivel, tres a ninguno y solamente dos consideran dos niveles. Transcurrido un mes se detecta que la mayoría de los alumnos mejoran (15 en total): tres especifican el nivel al que asocian la diversidad, cuando inicialmente no lo hacían; siete relacionan la diversidad con un nivel menos evidente que en la actividad inicial (por ejemplo pasan de emplear el nivel población al nivel ecosistema); cuatro realizan una mayor concreción introduciendo algún matiz no considerado inicialmente (por ejemplo la influencia de la biodiversidad en la supervivencia de la especie); uno (A17) añade un nuevo nivel al considerado en un principio. Cabe indicar que tres alumnos no cambian y tres retroceden, pues pasan de asociar la diversidad de dos niveles a uno solo o disminuyen la concreción eliminando matices empleados al principio.

Al comparar las frases realizadas un año después se aprecia que 10 alumnos mejoran respecto a su respuesta inicial: dos especifican el nivel al que asocian la diversidad cuando inicialmente no lo hacían; otros dos realizan una mayor concreción introduciendo nuevas consideraciones; seis asocian la diversidad a otro nivel empleado inicialmente, en concreto, la mayoría de ellos se traslada al nivel de poblaciones, de ecosistemas o de genes desde el nivel cultural. Cuatro estudiantes no experimentan cambios y otros cuatro retroceden, al disminuir el grado de concreción de sus argumentos.

Con respecto a la evolución de la justificación del alumnado sobre la valoración de la diversidad (figura 1 apartado b) podemos decir que al inicio de la actividad 15 alumnos la consideran positiva, dos también la valoran negativamente y siete justifican con una tautología o no responden. Transcurrido un mes 11 estudiantes mejoran sus respuestas: seis lo hacen considerablemente al pasar de un argumento tautológico o de no justificar a una respuesta justificada, generalmente

centrada en el nivel cultural y/o de poblaciones, otros tres añaden otro nivel en su justificación al aludir no solo al cultural sino también al de poblaciones o al de genes. Los demás concretan más su argumento o lo asocian a un nivel diferente al empleado inicialmente. Siete escolares no realizan cambios, manteniendo su justificación en el nivel cultural o aportando una respuesta genérica o tautológica y tres retroceden al disminuir el grado de la concreción omitiendo matices empleados inicialmente.

Un año después solo seis alumnos mejoran considerablemente respecto a su respuesta inicial, cuatro pasan de no justificar el valor de la diversidad o de aportar argumentaciones tautológicas, a realizar justificaciones genéricas o asociadas a un nivel (cultural), los otros dos añaden el nivel de poblaciones a su justificación. Cinco estudiantes no realizan cambios, manteniendo justificaciones genéricas/tautológicas o asociándolas a un nivel ya empleado. Siete retroceden, disminuyendo el grado de concreción de sus argumentos, atendiendo a un solo nivel o al no justificar (5, 1 y 1 sujetos respectivamente).

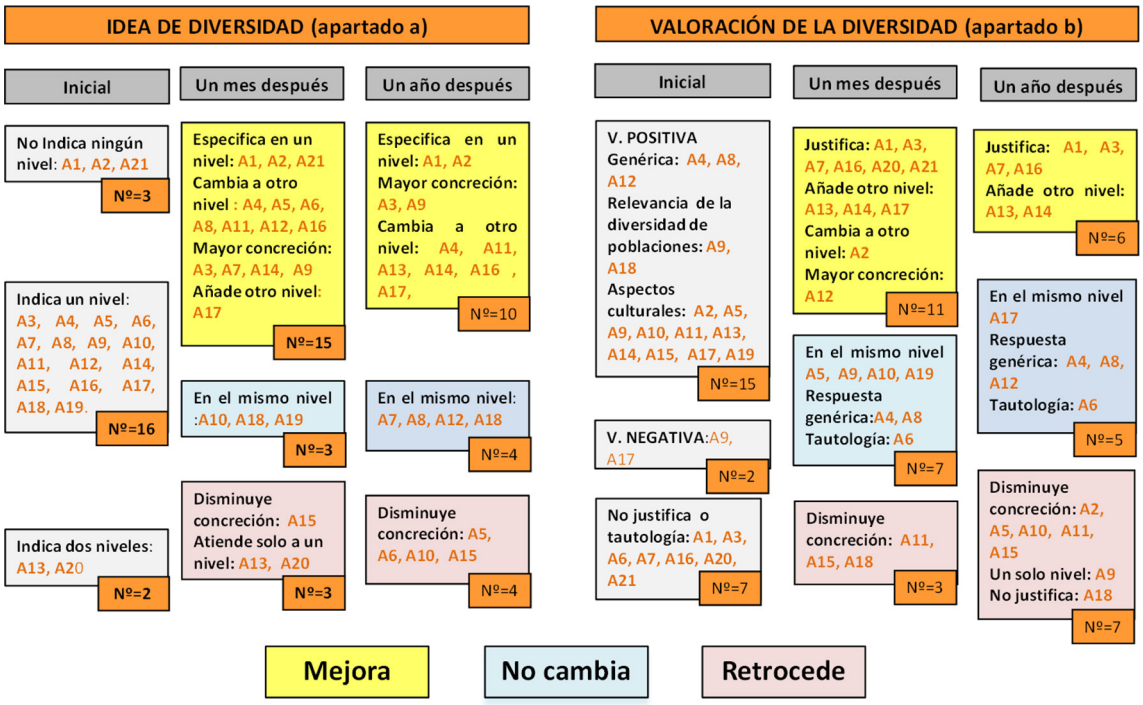


Figura 1. Cambios producidos en cada estudiante en relación a la idea de diversidad (apartado a) y a su valoración (apartado b)

Conclusiones

Las ideas de los estudiantes sobre diversidad cambian y evolucionan con el tiempo. La práctica totalidad de los alumnos asocian la diversidad a un solo nivel (de poblaciones, ecosistemas, genético o cultural) apreciándose ampliaciones a otros niveles a lo largo del tiempo, siendo el poblacional siempre el mayoritario y el cultural el minoritario. Además los alumnos consideran la diversidad positiva y centran sus justificaciones en los distintos niveles, especialmente en el cultural.

En términos generales, se perciben mejoras a lo largo del tiempo que resultan más evidentes pasado un mes que transcurrido un año, aunque también se aprecian ciertos retrocesos.

Lo indicado nos conduce a considerar que la adquisición del concepto de diversidad multidimensional es complicada, pues a pesar de haber intentado propiciar el estudio equilibrado de los

cuatro niveles en nuestra propuesta de enseñanza, no todos los estudiantes han adquirido un conocimiento consolidado. En este sentido se hace necesario incidir más en las explicaciones y argumentos en las dimensiones biológicas de la diversidad. Además debemos hacer explícitos todos los problemas que rodean a la diversidad cultural para evitar lo "políticamente correcto" y propiciar un pensamiento crítico y reflexivo que permita profundizar en una diversidad donde el conflicto se considere intrínseco de una sociedad libre y plural.

Este estudio forma parte del Proyecto financiado por MINECO EDU2016-79563-R

Referencias bibliográficas

Fuentes Silveira, M.J. (2015) La diversidad en el marco de la didáctica de las ciencias naturales: una experiencia en el aula de educación secundaria obligatoria. Tesis doctoral http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14786/FuentesSilveira_%20MariaJesus_TD_2015_01de3.pdf?sequence=8

González García, F. y Salinas Hernández, I. S. (2004). Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria. *Revista de educación de la Universidad de Granada*,17, 177-188.

Genovart, M.; Tavecchia, G.; Enseñat, J. J. y Laiolo, P. (2013). Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones. *Biological conservation*, 159, 484-489.

Heywood, V. y Watson, R.T (1995). *Global biodiversity assessment.* UNEP. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Lindemann-Matthies, P. y. B., E. (2008). "How Many Species Are There? Public Understanding and Awareness of Biodiversity in Switzerland". *Human Ecology* 36(5): 731-742.

Palmer, D. H. (1997). Students' application of the concept of interdependence to the issue of preservation of species: Observations on the ability to generalize. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 837-850.

Solbrig, O. (1994). Biodiversity. An introduction. En Solbrig O et al. (Eds) *Biodiversity and global change.* CAB Internaticonal. Walling-ford, EEUU.

Varela, F. (1989). *Conocer las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las tendencias actuales*. Gedisa. Barcelona, España.

Investigando sobre el origen de los seres vivos para facilitar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del pensamiento crítico

Cristina Cobo Huesa, Ana María Abril Gallego y Marta Romero Ariza

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén
cchuesa@ujaen.es

Resumen

La naturaleza de la ciencia (NdC) y el pensamiento crítico (PC) son dos elementos indispensables para la alfabetización científica. En este trabajo de investigación basado en el diseño, pretendemos validar un prototipo que integra la indagación y la historia de la ciencia sobre la controversia científica de la generación espontánea, dentro de un marco explícito-reflexivo, para mejorar la comprensión de la NdC y el desarrollo del PC en el profesorado en formación inicial. Con el fin de mejorar su diseño y eficacia, de manera previa, se ha llevado a cabo su pilotaje en una muestra de profesorado en formación inicial. Con esta primera ronda de refinamiento se espera optimizar el diseño del prototipo a la adecuada consecución de los objetivos planteados.

Palabras clave: DBR; historia de la ciencia; indagación; naturaleza de la ciencia; pensamiento crítico.

Introducción y objetivos

La sociedad actual, dominada por la ciencia y la tecnología, requiere de individuos alfabetizados científicamente que hagan frente a muchos de los actuales retos del siglo XXI (OCDE, 2017). De acuerdo al marco PISA 2015 (OCDE, 2017), la alfabetización científica se define como la habilidad de participar en temas relacionados con la ciencia como ciudadanos reflexivos. Para que la sociedad se empodere del conocimiento científico que le permita participar democráticamente en dilemas socio-científicos, resulta indispensable promover la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC) y el desarrollo del pensamiento crítico (PC).

Por un lado, la NdC hace referencia a la epistemología de la ciencia, considerándola como una forma de conocimiento, y a los valores y creencias inherentes al conocimiento científico y su desarrollo (Lederman, Lederman y Antink, 2013). La NdC permite caracterizar el conocimiento y los procesos científicos (aspectos epistemológicos), así como los factores internos y externos a la comunidad científica que influyen en la construcción del conocimiento científico (aspectos sociológicos) (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón, 2017). Por otro lado, el PC se define como el pensamiento racional y reflexivo enfocado a decidir qué creer o hacer, y que abarca ciertas destrezas y disposiciones (Ennis, 1991). Por ello, el dominio del PC dota a los individuos de las herramientas intelectuales necesarias para evaluar el mundo que les rodea, promoviendo su emancipación social.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, los objetivos de este trabajo son:

- Diseñar una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) basada en la investigación especializada que integre elementos de probada utilidad para promover la NdC y el PC en profesorado en formación inicial.

- Pilotar y mejorar la SEA inicial (prototipo) atendiendo a los resultados de la evaluación sistemática de la implementación.

Metodología

Este trabajo aplica una metodología de investigación DBR (*Designed Based Research*), caracterizada por la generación de productos y principios de diseño basados en la investigación sistemática (Romero-Ariza, 2014).

La hipótesis que dirige este trabajo es "la aplicación de una metodología DBR permitirá el diseño optimizado de una SEA basada en la investigación especializada sobre NdC y PC y en los resultados de la evaluación sistemática de su implementación".

Tras la fase de análisis preliminar descrita en el siguiente apartado, la hipótesis inicial del trabajo se concreta de la siguiente forma:

"El diseño de un prototipo que integra, dentro de un marco explícito-reflexivo, la indagación y la historia de la ciencia (HdC) sobre una controversia científica, promueve la comprensión de la NdC y el desarrollo del PC en profesorado en formación inicial".

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación más amplio que utiliza una metodología de investigación mixta con un diseño de investigación cuantitativo pre/post-test con grupo control, complementado con el estudio cualitativo de estudios de caso, que tiene por objeto medir el impacto de intervenciones enfocadas a la comprensión de la NdC y el desarrollo del PC.

Desarrollo del trabajo: diseño basado en la investigación de una SEA

Investigación preliminar

De manera previa al diseño y desarrollo del prototipo, y dentro de la fase de análisis preliminar asociada a una metodología DBR, se ha llevado a cabo una revisión de la literatura especializada sobre la enseñanza de la NdC y el PC con el fin de identificar las características que ha de tener una intervención eficaz para lograr nuestros objetivos.

Existe el consenso de que las estrategias de instrucción sobre la NdC han de ser explícitas y reflexivas (Khishfe y Abd-El-Khalick, 2002), por lo que, esta dimensión reflexiva brinda la oportunidad de incluir el PC, cobrando vital importancia en la enseñanza de la NdC al proporcionar las herramientas necesarias para descubrir sus rasgos (Yacoubian, 2015). Además, uno de los recursos más empleados para contextualizar la enseñanza de la NdC es la HdC, al ilustrar cómo funciona la comunidad científica y las interacciones entre la ciencia y la sociedad (McComas, 2011). Acevedo-Díaz *et al*., (2017) defienden que la mejor forma de utilizar la HdC es mediante el análisis crítico de controversias científicas, señalando que suponen un medio idóneo para la reflexión y el diálogo. Además, sugieren el empleo de narraciones que eviten dar una imagen deformada de la ciencia, incluyendo textos originales y mostrando los errores del proceder científico.

No obstante, McComas (2011) resalta la necesidad de enfocar la HdC de manera que motive y comprometa al alumnado. De acuerdo a Abd-El-Khalick (2013), el empleo de experiencias de investigación y la HdC se presentan como ambientes de aprendizaje idóneos para la enseñanza de la NdC, pues implican enseñar aspectos sobre la generación y validación del conocimiento científico a través de prácticas y contextos basados en la ciencia. En consecuencia, la indagación científica se presenta como un medio idóneo para reformular el empleo de la HdC. La indagación no solo implica el diseño y desempeño de una investigación, sino también la comprensión de la investigación y el análisis crítico de las afirmaciones científicas (Lederman *et al*., 2013). Por tanto, el empleo de la indagación permite aunar el análisis crítico de la HdC y la participación activa del alumnado en escenarios de aprendizaje que la reconstruyan. La indagación contribuye

a la enseñanza de la NdC y el PC, ya que implica al alumnado en los procesos científicos, que conllevan el empleo de destrezas y disposiciones del PC (Vieira y Tenreiro-Vieira, 2016), y mejora la comprensión de la NdC, a través de un enfoque explícito y reflexivo (Yacoubian y BouJaoude, 2010). Cabe destacar que, a través de la indagación guiada, en la que el docente orienta y estimula al alumnado, se obtienen mejores resultados de aprendizaje (Lazonder y Harmsen, 2016).

Diseño de un prototipo basado en la investigación especializada

En base a la investigación preliminar, este prototipo, denominado "Investigando sobre el origen de los seres vivos", ha sido diseñado en torno a un ambiente de aprendizaje de reflexión basado en la controversia científica de la generación espontánea (GE), que integra la metodología de indagación en el contexto de la HdC. Con él, se desea resaltar la importancia de que el alumnado "haga HdC", a través de una experiencia de indagación en el laboratorio, antes de proceder al descubrimiento de la misma.

El diseño del prototipo queda estructurado en las siguientes fases (Figura 1):

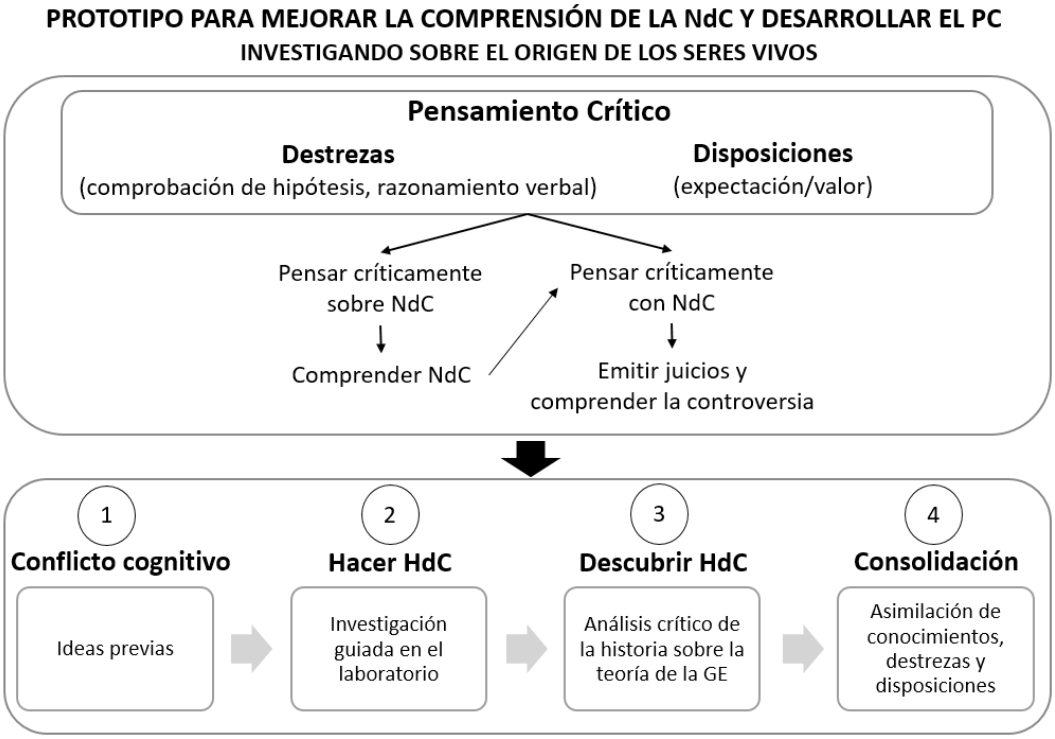


Figura 1. Esquema de la fundamentación y estructura del diseño del prototipo "Investigando sobre el origen de los seres vivos"

1. Conflicto cognitivo: a través de un fragmento de la HdC sobre la GE, se pretende evidenciar las ideas previas del alumnado sobre algunos rasgos de la NdC.

2. Hacer HdC: con el fin de procurar contextos significativos que impliquen cognitiva y emocionalmente al alumnado, se propone una tarea de indagación guiada de laboratorio contextualizada en una situación cotidiana: el desarrollo de moho en la fruta. En ella, el alumnado deberá refutar experimentalmente la teoría de la GE reuniendo evidencias científicas con las que dar una explicación alternativa a la aparición de moho en la fruta. Para ello, formulará hipótesis, diseñará un experimento, analizará resultados y extraerá conclusiones a partir de las evidencias recogidas, por lo que entrenará las destrezas de comprobación de hipótesis y razonamiento. Además, una vez finalizada la tarea de indagación, con el fin de explicitar los rasgos epistemológicos sobre la

NdC trabajados (influencia de las creencias del investigador en su proceder científico, provisionalidad del conocimiento científico, toma de decisiones para aceptar una teoría y papel de los errores en la ciencia), el alumnado reflexionará sobre ellos a través de una serie de cuestiones.

3. Descubrir HdC: el alumnado continuará con la tarea de indagación a través del análisis crítico de declaraciones y experimentos de algunos de los científicos más relevantes de la HdC sobre la GE. Esta tarea consiste en una narración que incluye fragmentos de texto (incluido un texto original), experimentos y una serie de cuestiones asociadas a ellos, que conllevan el análisis reflexivo sobre los aspectos epistemológicos de la NdC trabajados anteriormente y también sociológicos (características de los científicos, construcción social del conocimiento científico e influencia de la sociedad en la ciencia), así como el entrenamiento del PC, al implicar al alumnado en el análisis de las investigaciones.

4. Consolidación: a través de una serie de cuestiones de reflexión, se incidirá, de manera explícita, en la asimilación de los conocimientos, destrezas y disposiciones trabajados a lo largo de la SEA y se valorará la importancia que el profesorado en formación inicial otorga al empleo de estas metodologías para la mejora de la enseñanza de las ciencias.

Para acabar, destacar que este prototipo está diseñado con el fin de que el alumnado piense críticamente sobre algunos rasgos de la NdC, favoreciendo su comprensión para, posteriormente, con esos conocimientos adquiridos sobre NdC, poder emitir juicios y comprender la controversia (Figura 1).

A continuación se ilustra esta fundamentación con un ejemplo extraído del prototipo:

> PC sobre NdC: Reflexionad sobre el contenido y el significado de las siguientes frases, extraídas de la obra "Ortus Medicinae" de Jean Baptiste van Helmont, para decidir si es una observación o una inferencia:
>
> a. "El fermento, surgiendo de la ropa interior y penetrando a través de las cáscaras de trigo, cambia el trigo en ratones".
>
> b. "Al cabo de 21 días, aparecen ratones entra la ropa sucia y el trigo".
>
> El alumnado tendrá que aplicar el PC para clasificar estas frases, con el fin de diferenciar entre observación e inferencia y mejorar su comprensión acerca de la subjetividad de la práctica científica.
>
> PC con NdC: ¿Por qué Jean Baptiste van Helmont realizaba inferencias a favor de la GE?

Una vez que el alumnado mejore su comprensión sobre la NdC, podrá comprender la controversia y emitir juicios sobre ella. De manera que, comprenderá el papel de las creencias personales de los científicos en la aceptación de las teorías científicas y cómo pueden llegar a generar disputas en torno a una idea científica.

Igualmente, este prototipo contribuirá al desarrollo de la disposición a emplear el PC por parte del alumnado, tanto para desempeñar la actividad de investigación guiada como para comprender el avance de la ciencia, al cuestionar las teorías imperantes.

Pilotaje y mejora del diseño inicial

El prototipo descrito, como paso previo de refinamiento, se ha implementado en un grupo de 28 estudiantes del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. La fase de investigación guiada de laboratorio no se incluyó en el pilotaje por limitaciones de tiempo.

Los resultados de este pilotaje mostraron que el alumnado necesitaba apoyo docente para la consecución de la tarea y mostraba ambigüedad para responder adecuadamente a algunas cues-

tiones enfocadas a reflexionar sobre determinados aspectos de la NdC. Por tanto, para logar los objetivos planteados en esta investigación, de esta ronda de refinamiento, se extraen como principios fundamentales del diseño del prototipo, la importancia del papel de guía del docente en las tareas de indagación y su carácter explícito.

Consideraciones finales

Este trabajo de investigación forma parte de un proyecto de tesis que tiene por objeto mejorar las competencias profesionales del profesorado en formación inicial para la enseñanza de la NdC y el PC. Para ello, consideramos que la mejora del conocimiento académico, en este caso sobre NdC y PC, constituye la base para poder intervenir en los aspectos pedagógicos que promuevan la adecuada enseñanza de ambos constructos.

Este trabajo, además, se incluye en el proyecto de investigación "Educación de las Competencias Científica, Tecnológica y Pensamiento Crítico Mediante la Enseñanza de Temas de Naturaleza de Ciencia y Tecnología" (CYTPENCRI), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Referencias bibliográficas

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science and Education*, *22*(9), 2087-2107.

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, *28*(3), 140-146.

Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: a streamlined conception. *Teaching Philosophy*, *14*(1), 5-24.

Khishfe, R. y Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(7), 551-578.

Lazonder, A. W. y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. *Review of Educational Research, 86*(3), 681-718.

Lederman N. G., Lederman J. S. y Antink A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1*(3), 138-147.

McComas, W. F. (2011). The history of science and the future of science education. En P.V. Kokkotas, K.S. Malamitsa y A.A. Rizaki (Eds.), *Adapting historical knowledge production to the classroom* (pp. 37-53). Rotterdam: SensePublishers.

OCDE (2017). PISA 2015 Science Framework. En OCDE (Ed.), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (pp. 19-48). Paris: OCDE Publishing. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en

Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, *7*(14), 159-176.

Vieira, R. M. y Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *14*(4), 659-680.

Yacoubian, H. A. (2015). A framework for guiding future citizens to think critically about nature of science and socioscientific issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *15*(3), 248-260.

Yacoubian, H. A. y BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(10), 1229-1252.

Relación entre las emociones y el valor atribuidos por los maestros en formación a la tarea de aplicar Matemáticas en la enseñanza de Biología

Rocío Esteban Gallego, José María Marcos-Merino y Jesús Gómez Ochoa de Alda

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas,
Universidad de Extremadura

rocioesteban@unex.es

Resumen:

La presencia de las Matemáticas en Biología es cada vez mayor. Por ello, la aplicación del currículo de Educación Primaria requiere que el maestro plantee proyectos entre ambas disciplinas. Sin embargo, los maestros en formación describen ansiedad y desánimo hacia las Matemáticas. Esta actitud negativa podría estar relacionada con el escaso valor que atribuyen a las Matemáticas. En esta investigación determinamos las emociones positivas y negativas de una muestra de maestros en formación hacia la tarea de incorporar las Matemáticas en sus futuras clases de Biología. Simultáneamente, determinamos el valor (interés, utilidad y coste) que asignan a dicha tarea. Los resultados permiten concluir que las emociones negativas hacia el uso de las Matemáticas en Biología vienen determinadas principalmente por el coste que le supone al alumno y, en menor medida, por la falta de interés.

Palabras clave: Emociones, Matemáticas, Biología, Valor

Introducción

Hasta hace poco más de un siglo la Biología era una ciencia esencialmente descriptiva en la que se caracterizaba cada nivel de organización biológico (May, 2004). Frente a esta aproximación reduccionista, ha surgido un enfoque sistémico en el que se consideran no solo los elementos de un sistema biológico (por ejemplo una célula) sino sus interacciones (como interactúan los elementos de la célula para dar lugar a sus propiedades). Este enfoque requiere la habilidad de representar y sintetizar las diferentes teorías y modelos así como un uso extensivo de las Matemáticas (Oltvai y Barabási, 2002). Por eso, se ha recomendado incrementar los contenidos matemáticos en los currículos de Biología (Andrews *et al.*, 2017).

El currículo de Educación Primaria recoge, en el área de Ciencias Naturales, esta necesidad de integrar las ciencias de manera que "*el alumnado tome conciencia del estrecho vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad*". Para que esto sea transmitido de manera adecuada en Educación Primaria, es fundamental que desde la formación inicial de maestros se haga hincapié en la relevancia de la interacción entre las diferentes ciencias. Es importante que los futuros maestros adquieran la competencia para plantear proyectos interdisciplinares, ya que es en Educación Primaria cuando las materias comienzan a diferenciarse y se alejan de una visión global de la ciencia. En este sentido, las Matemáticas son una materia clave, pues permiten a los alumnos utilizar diferentes formas de representar los resultados obtenidos a través de la experimentación, una competencia recogida en el currículo dentro del Bloque "Iniciación a la actividad científica" de Ciencias Naturales (Gobierno de España, 2014).

La incorporación de las Matemáticas a la enseñanza de la Biología no es un proceso sencillo, ya que, mientras que los estudiantes de todos los niveles educativos describen atracción hacia la Biología (una elevada frecuencia de emociones positivas), describen rechazo hacia las Matemáticas (una elevada frecuencia de emociones negativas). Estas actitudes se observan también en los futuros profesores de Educación Primaria y Secundaria (Andrews *et al.*, 2017; Castro, 2007; Mellado *et al*., 2014). Dado que las emociones experimentadas por los alumnos condicionan su aprendizaje y que las emociones experimentadas por los docentes de Matemáticas se transfieren a sus alumnos (Frenzel *et al*., 2009), es importante abordar las emociones desde la formación inicial del profesorado.

De acuerdo con la teoría del control del valor (Frenzel *et al*., 2009), las emociones que experimentan los alumnos en el aula son el resultado de una asignación (consciente o inconsciente) de valor a la tarea que están llevando a cabo. El valor que dan los alumnos al uso de las Matemáticas en el contexto de la Biología se puede estimar a través de tres constructos (Andrews *et al.* 2017):

- El interés o disfrute de usar las Matemáticas en Biología
- La utilidad de ese uso para su futuro
- El coste (aspectos negativos como esfuerzo extra, pérdida de oportunidades, carga emocional…)

Aunque las emociones negativas hacia las Matemáticas de los futuros maestros han sido descritas frecuentemente no se disponen de estudios específicos relativos a sus emociones hacia la incorporación de las Matemáticas en sus futuras clases de Biología. En la presente investigación se relacionan estas emociones con el valor (interés, utilidad y coste) que asignan los futuros maestros al uso de las Matemáticas en Biología.

Objetivos

El objetivo es determinar qué constructos relacionados con el valor (interés, utilidad y coste) del uso de Matemáticas en la enseñanza de Biología se asocian con las emociones hacia esa tarea, en una muestra de futuros maestros de la Universidad de Extremadura. Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Traducir y adaptar el instrumento MBVI desarrollado por Andrews *et al.* (2017) para determinar el valor hacia las Matemáticas en las clases de Biología, así como determinar las emociones de la muestra hacia este proceso
- Validar la estructura interna del instrumento MBVI adaptado mediante análisis factorial
- Determinar la asociación entre las emociones y los constructos interés, utilidad y coste en relación al uso de las Matemáticas en Biología

Metodología

Muestra

La muestra consiste en 147 alumnos (22 años de media; 71 % mujeres; 63 % cursó Bachillerato de Ciencias Sociales) del cuarto curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura. Los alumnos fueron informados de los objetivos de la investigación y del carácter voluntario y anónimo de su participación.

Instrumento

El instrumento utilizado, respondido a través de un formulario de Google, es el resultado de la adaptación de dos cuestionarios:

- El test MBVI (*Math–Biology Values Instrument*), diseñado y validado (con un grupo de 207 estudiantes de Biología de cuatro universidades norteamericanas) por Andrews *et al.*

(2017), para analizar el valor que estos alumnos dan al uso de las Matemáticas en Biología. Se han reformulado sus 11 ítems (4 con los que estimar el interés, 4 para estimar la utilidad y 3 para el coste) para adaptarlos a la nueva muestra de futuros maestros (Figura 1). Los ítems se presentan de manera aleatoria a los alumnos. Estos deben indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada ítem siguiendo una escala Likert que oscila desde 1 "fuertemente en desacuerdo" a 7 "fuertemente de acuerdo".

- El test autoinforme cuantitativo diseñado y validado por Marcos-Merino *et al*. (2016) para determinar las emociones positivas y negativas de los alumnos. Se ha adaptado para determinar las emociones de los alumnos respecto a la utilización de las Matemáticas en Biología. Los alumnos autoinforman, siguiendo una escala Likert (desde 1 "no experimentada" a 5 "intensamente experimentada"), sobre la intensidad con la que experimentan o han experimentado 10 emociones académicas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo, diversión, preocupación, frustración, incertidumbre, nerviosismo y aburrimiento) al emplear las Matemáticas en Biología.

Ítems relativos al interés	Ítems relativos a la utilidad	Ítems relativos al coste
1. Tengo curiosidad por utilizar las matemáticas para entender la biología	1. Las matemáticas son un recurso valioso para mi futuro como maestro de contenidos de biología	1. Incorporar las matemáticas a los contenidos de biología me supone un esfuerzo adicional
2. Podría ser entretenido utilizar las matemáticas para entender la biología	2. Es importante ser capaz de resolver cuestiones matemáticas para mi futuro como maestro de contenidos de biología	2. Como alumno, me preocupa que, por incorporar las matemáticas, pueda sacar peores notas en contenidos de biología
3. Me resulta atractivo utilizar las matemáticas para entender la biología	3. Entender las matemáticas es esencial para mi futuro como maestro de contenidos de biología	3. Me asusta un poco tener que incorporar las matemáticas a mis futuras clases de biología
4. Podría ser interesante utilizar las matemáticas para entender la biología	4. Las matemáticas serán útiles para mi futuro como maestro de contenidos de biología	

Figura 1. Ítems relativos a las valoraciones del interés, la utilidad y el coste adaptados a futuros maestros

Análisis estadístico

El análisis de correlación (Spearman) y el análisis factorial se realizaron con el programa SPSS. Para la extracción de los factores relativos al valor se empleó factorización de ejes principales (Andrews *et al.*, 2017), mientras que para los relativos a las emociones se empleó mínimos cuadrados generalizados (Marcos-Merino *et al.*, 2016). En ambos casos se utilizó una rotación Oblimin. Una vez calculados, los factores fueron guardados como variables centradas.

Los modelos factoriales se consideraron adecuados ya que la fiabilidad (α de Cronbach) era mayor de 0.7 y la medida de adecuación muestral Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) mayor de 0.8. Además, el análisis factorial realizado para las emociones nos muestra el test χ^2, que es mayor de 0.05, lo que indica que el modelo es probable. Las regresiones lineales se realizaron con el programa Kaleidagraph.

Resultados y discusión

Análisis factorial

El análisis factorial de los datos obtenidos (Tabla 1) muestra que, al igual que en el estudio realizado por Andrews *et al.* (2017) con biólogos en formación, los ítems adaptados a maestros en formación se pueden agrupar en tres factores latentes, correspondientes al valor atribuido a la

utilidad (factor 1), al coste (factor 2) y al interés (factor 3). Respecto a las emociones, estas se pueden agrupar en dos factores: uno correspondiente a las emociones positivas (factor 1) y otro a las negativas (factor 2). La idoneidad del modelo factorial se corresponde con la descrita en estudios previos en los que se ha empleado un instrumento similar (Marcos-Merino *et al.*, 2016).

Tabla 1. Análisis factorial de los ítems pertenecientes a los instrumentos utilizados para estimar el valor (izquierda) y las emociones (derecha). En la parte superior se recoge la matriz de estructura de cada modelo factorial, resaltándose en negrita las correlaciones más elevadas dentro de cada factor. En la parte inferior, sombreadas, se muestran la prueba de fiabilidad (α de Cronbach), el porcentaje de varianza explicada, la medida de adecuación muestral (KMO) y el test χ^2 (solo para el análisis realizado con las emociones)

Valor	Matriz de estructura		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Interés 1	0.675	-0.231	**0.800**
Interés 2	0.711	-0.305	**0.917**
Interés 3	0.638	-0.293	**0.869**
Interés 4	0.750	-0.270	**0.907**
Utilidad 1	**0.845**	-0.101	0.772
Utilidad 2	**0.865**	0.029	0.654
Utilidad 3	**0.903**	0.002	0.668
Utilidad 4	**0.904**	-0.059	0.729
Coste 1	0.031	**0.760**	-0.174
Coste 2	-0.016	**0.676**	-0.242
Coste 3	-0.069	**0.756**	-0.379
α *Cronbach*	*0.930*	*0.770*	*0.930*
Porcentaje de varianza explicada	*71.5 %*		
KMO	*0.900*		

Emociones	Matriz de estructura	
	Factor 1	Factor 2
Alegría	**0.831**	-0.380
Confianza	**0.740**	-0.483
Satisfacción	**0.788**	-0.235
Entusiasmo	**0.856**	-0.232
Diversión	**0.842**	-0.351
Nerviosismo	-0.289	**0.820**
Aburrimiento	-0.505	**0.486**
Frustración	-0.426	**0.789**
Preocupación	-0.435	**0.904**
Incertidumbre	-0.162	**0.623**
Test χ^2	*0.337*	
α *Cronbach*	*0.907*	*0.844*
Porcentaje de varianza explicada	*62.5 %*	
KMO	*0.880*	

Análisis de las asociaciones entre utilidad, interés y coste

En cuanto a las asociaciones entre los tres constructos que integran el valor (interés, utilidad y coste) atribuido al uso de las Matemáticas en Biología, se observa una asociación positiva entre los factores correspondientes a la utilidad y al interés, así como una asociación negativa entre los factores correspondientes al interés y al coste (Figura 2).

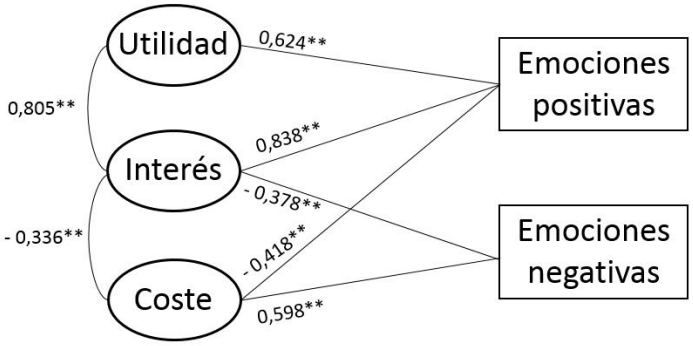


Figura 2. Modelo que representa las correlaciones significativas (Spearman, **p-valor<0.001) entre los factores asociados al interés, la utilidad y el coste y a la intensidad de las emociones hacia el uso de las Matemáticas en la enseñanza de Biología

Estas asociaciones sugieren que los alumnos con mayor interés hacia el empleo de las Matemáticas en Biología son aquellos que consideran que su incorporación tiene una mayor utilidad y requiere un menor coste. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Andrews *et al*. (2017) con alumnos de Biología, aunque en esta muestra el coeficiente de correlación entre interés y utilidad es menor, mientras que la correlación entre interés y coste es aún más negativa. Esto sugiere que en los maestros en formación, el interés hacia las Matemáticas en Biología está más condicionado por la utilidad que por el coste. Además, estos autores detectaron una correlación negativa entre utilidad y coste, que no se aprecia en futuros maestros.

Análisis de las asociaciones entre los constructos del valor y las emociones

Respecto a las emociones, se observa una asociación positiva entre las emociones positivas y los constructos interés y utilidad, y negativa entre las emociones positivas y el coste. Respecto a las emociones negativas, se ha detectado una asociación positiva con el coste y negativa con el interés (Figuras 2 y 3). El coste que el alumno atribuye al empleo de las Matemáticas en Biología parece ser el principal activador de las emociones negativas, mientras que el interés y la utilidad incrementan las emociones positivas.

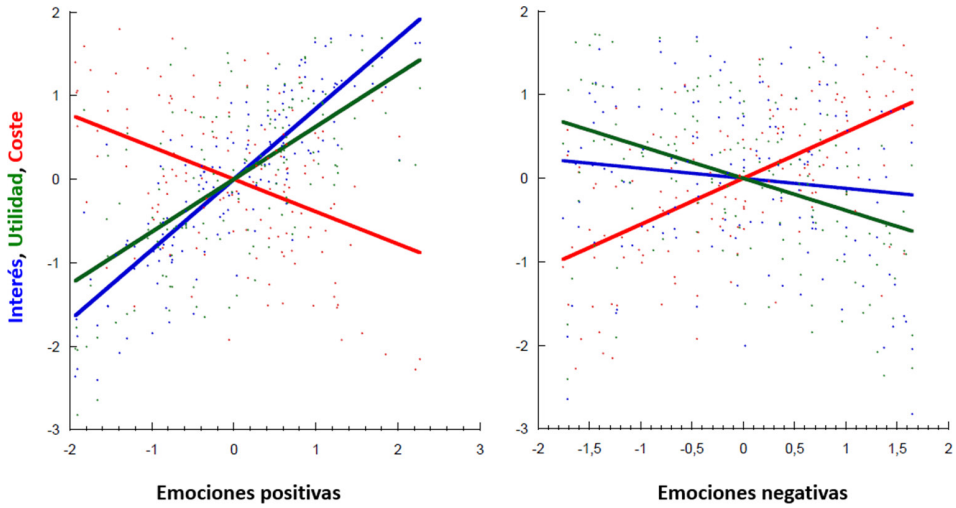


Figura 3. Regresión lineal entre las variables centradas de los factores emociones positivas y negativas y de los factores interés (azul), utilidad (verde) y coste (rojo)

De acuerdo con estos resultados, aquellos alumnos que experimentan o han experimentado más emociones positivas y menos emociones negativas, con el uso de Matemáticas en Biología, son los que tienen un mayor interés hacia el empleo de esta disciplina como docentes de Biología de Primaria, y consideran que esto les supondría un menor coste. Estos resultados concuerdan con numerosos estudios previos según los cuales las emociones reflejan la capacidad de asignar valor a todo lo que percibimos en nuestro entorno (Frenzel *et al*., 2009). De este modo, aquellos maestros en formación que presentan emociones negativas hacia la incorporación de las Matemáticas en Biología, son aquellos para los que el interés de esta disciplina como herramienta en la enseñanza de Biología no compensa el esfuerzo que requiere. Dado que las emociones experimentadas por los docentes se transfieren a sus alumnos (Frenzel *et al*., 2009), y que es en Educación Primaria cuando comienzan a cristalizar las emociones de los alumnos hacia las Ciencias Experimentales y las Matemáticas (Mellado *et al*., 2014), es necesario atajar esta situación en los procesos de formación inicial de maestros. Una excelente forma de abordar esta situación es plantear actividades con las que vincular las Matemáticas a la resolución de problemas cotidianos de Biología (Andrews *et al.*, 2017), y con las que desarrollar actitudes positivas hacia el uso de esta disciplina en la enseñanza-aprendizaje de Biología.

Conclusiones

Este trabajo muestra que el instrumento MBVI puede ser adaptado para determinar el valor que atribuyen los maestros en formación, de la Universidad de Extremadura, a la incorporación de las Matemáticas en las clases de Biología. La validación del mismo se fundamenta en dos aspectos:

- Los resultados reproducen la estructura interna descrita en el estudio original
- Los factores correspondientes a interés, utilidad y coste se correlacionan con las emociones positivas y negativas, dos constructos que miden aspectos relacionados con el valor de nuestras acciones

De acuerdo con los resultados de esta investigación, las emociones negativas de la muestra de futuros maestros hacia las Matemáticas derivan de la creencia de que el esfuerzo que requiere su incorporación no compensa al interés de esta disciplina. Según nuestro trabajo, esta tendencia se podría revertir si se plantean actividades útiles e interesantes que sean percibidas como posibles de realizar.

Bibliografía

Andrews, S. Runyon, C. y Aikens, M. (2017). The Math–Biology Values Instrument: Development of a Tool to Measure Life Science Majors' Task Values of Using Math in the Context of Biology. *CBE-Life Sciences Education*, 16(3), 1-12.

Castro, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 355-366.

Frenzel, A. Goetz, T. Lüdtke, O. Pekrun, R. y Sutton, R. (2009). Emotional transmission in the classroom: exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of educational psychology*, 101(3), 705-716.

Gobierno de España (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Marcos-Merino, J.M. Esteban, R. y Ochoa de Alda, J.A.G. (2016). Efecto de una práctica docente diseñada partiendo de las emociones de maestros en formación bajo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Indagatio Didactica*, 8(1), 143-157.

May, R. (2004). Uses and abuses of mathematics in biology. *Science*, 303(5659), 790-793

Mellado, V. Borrachero, A. Brígido, M. Melo, L. y Dávila, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.

Oltvai, Z. y Barabási, A. (2002). Life's complexity pyramid. *Science*, 298(5594), 763-764.

Aplicación de la indagación científica en inglés

Susana Mata Torres, Ileana M. Greca y Esther Sanz de la Cal
Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos
smt0014@alu.ubu.es

Resumen:

Este artículo presenta un estudio de caso sobre la enseñanza de las ciencias naturales en una lengua extranjera (inglés), para determinar cómo implementar estrategias didácticas que mejoren su proceso de enseñanza-aprendizaje. Este estudio se ha realizado en talleres de ciencias dirigidos a niños de Educación Primaria, utilizando la metodología de la indagación. Se analizan como los cambios introducidos en la metodología, en las sucesivas mejoras de las experiencias, han influido en la satisfacción de los niños y en sus actitudes.

Palabras clave: Indagación, AICLE, Ciencias Naturales, Educación Primaria y Principios metodológicos.

Abstract:

This article shows a case study about how natural science can be taught in a foreign language (English) in order to implement some methodological strategies and subsequently improve its teaching. This study has been done in Science workshops, using an inquiry-based learning methodology within the Primary stage. It is analyzed how the changes introduced in the methodology, in the successive improvements of the experiences, have influenced the satisfaction of the children and their attitudes.

Key words: Inquiry-based learning, CLIL, Natural Sciences, Primary Education and Methodological principles.

Justificación

El bilingüismo constituye aquella situación en la que un sujeto es capaz de hablar y comunicarse de manera equilibrada en dos lenguas diferentes (Aparicio-García, 2009). En España, la educación bilingüe comienza en 1996, cuando el Ministerio de Educación Cultura y Deporte firma un convenio con el British Council, por el cual un colegio se considera bilingüe si imparte un 40% del currículum en inglés (Eurydice, 2006). A pesar de que el bilingüismo en las aulas ha adquirido cada vez más importancia, ha generado, al mismo tiempo, una elevada controversia sobre el modo de afrontar el aprendizaje integrado de contenidos y de la lengua extranjera. En el caso de las Ciencias Naturales (CC.NN.) de hecho se verifica una correlación inversa entre el aprendizaje la lengua y del contenido científico (Gallardo-del-Puerto y Martínez-Adrián, 2013). Superar esta dicotomía constituye la gran meta de la educación bilingüe española, que implica una adaptación metodológica y didáctica por parte de los docentes a la nueva realidad (San Román-López, 2016). Este trabajo pretende contribuir en esta dirección. La pregunta que guía nuestro estudio es: ¿cómo diseñar e implementar estrategias didácticas combinando el enfoque AICLE e IBSE que san efectivas para la enseñanza de las CC.NN.?

Marco teórico

La indagación o "Inquiry-Based Science Education"(IBSE) es un estrategia didáctica que pretende incentivar el desarrollo de competencias, habilidades y actitudes, evitando la simple acumulación y memorización de contenidos científicos, partiendo de que los alumnos no pueden comprender la ciencia y la naturaleza de los fenómenos investigados sin la experimentación directa (NRC, 2012). La utilización de esta metodología también implica el trabajo de destrezas cognoscitivas que les permita llevar a cabo investigaciones científicas. Trabajar utilizando esta metodología (NRC, 2012) implica que los alumnos sean capaces de formular preguntas científicas, definiendo el problema de investigación. También, conlleva la planificación y el desarrollo de investigaciones, el análisis y la interpretación de datos, la utilización de contenidos transversales, tales como el conocimiento matemático y las TIC, la explicación científica de un acontecimiento, el desarrollo de modelos y así como la construcción de una argumentación objetiva y acorde a las evidencias encontradas, evaluando los resultados, sintetizando la información encontrada para, posteriormente, comunicarla. De esta forma, según Couso-Lagarón (2014) la indagación científica permite que los alumnos aprehendan los contenidos recogidos en el currículum, siendo ellos mismos los protagonistas del proceso de e-a, y existiendo diversas formas de explorar y afrontar una misma problemática.

Por otra parte, dentro del contexto multicultural europeo, desde los 90 las instituciones europeas han intentado promover el desarrollo de nuevos métodos de afrontarla enseñanza de otras lenguas. En este contexto, surge el Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (AICLE). Esta metodología propone la enseñanza de un área (no-lingüística) en una lengua extranjera, tratando de conseguir, simultáneamente, dos objetivos, el aprendizaje de los contenidos y de un idioma (Eurydice, 2006). AICLE se basa en cuatro principios básicos: la adquisición de conocimientos, habilidades, comprendiendo los principios básicos inherentes a la disciplina; el aprendizaje de la lengua se debe sustentar en situaciones reales e improvisadas comunes a las que se llevan a cabo en la enseñanza de dicha lengua en su propia región; la utilización de esta metodología implica cambios cognitivos en los discentes y en sus propias habilidades y estrategias para hacer frente al proceso de e-a; y la pluriculturalidad, el pensamiento y la cultura están inexorablemente ligados a la lengua y, por tanto, a esta metodología.

Estos principios han ido evolucionando hacia lo que se conoce como las "4 Cs": contenidos, comunicación, cognición, cultura/ciudadanía (Coyle, 2002). Aunar la enseñanza de una lengua extranjera con otra asignatura proporciona un contexto significativo en el que aprender la lengua, permitiendo que los alumnos desarrollen un conjunto de conceptos, estrategias y habilidades que pueden transferir a otras áreas. Por ello, se prioriza la eficiencia comunicativa, evitando centrarse en la perfección gramatical y fonética; priorizando el uso de la lengua extranjera como herramienta para el aprendizaje; utilizando y practicando la misma, sin caer en la mera acumulación de conocimientos. De esta forma, se tratan los contenidos interdisciplinarmente, lo que conlleva mayor motivación en los alumnos y desarrollo de un pensamiento crítico (Darn, 2006).

La metodología AICLE aplicada a las ciencias implica la enseñanza de ambas asignaturas de manera conjunta, por lo que a lo largo de Europa el modo de afrontar este reto es distinto en los diferentes sistemas educativos. Mas, según refieren Espinet et al. (2018) desarrollar este tipo de educación implica grandes desafíos para los docentes, los cuales se suelen sentir inseguros y reticentes para poder desempeñar esta labor. Dicha inseguridad es mayor, si cabe, cuando se habla de enseñar ciencias a través de la indagación. Por ello, el "coteaching", es decir, una práctica en la que los docentes, de ciencias y de inglés, de manera conjunta, programan, desarrollan y evalúan uno o más materias, complementan los conocimientos, se muestra como una gran herramienta para poder afrontar esta problemática (Valdés, Espinet, Aguas y Dallari, 2013). Por sus características, la metodología de la indagación, además de ser efectiva para la enseñanza de las CC.NN., favorece, al proporcionar un gran número de oportunidades en situaciones reales

para la interacción comunicativa, que los niños desarrollen habilidades, estrategias y competencias en la segunda lengua, así como, el vocabulario, la gramática y la espontaneidad. Así pues, la indagación y el inglés tienen un efecto sinérgico, ya que ambos se complementan, teniendo como resultado un aprendizaje de ambos de manera funcional y significativa (Espinet et al., 2017).

Metodología

En este estudio se ha trabajado aunando la indagación y AICLE, en una serie de talleres, conocidos como Sábados de Ciencia. Esta es una actividad extracurricular, organizada por la Universidad de Burgos un sábado por mes, cuyo objetivo es fomentar el desarrollo de las vocaciones científico-tecnológicas en los estudiantes y mejorar la formación de sus estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria. En ellos, los niños, separados por edades en grupos reducidos, desarrollan durante alrededor de 2 horas y media un pequeño proyecto de indagación experimental sobre temas del currículo de CC.NN. Los responsables de estos talleres son estudiantes del Grado, supervisados por docentes del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Este año, se han incluido algunos grupos que se realizan en inglés, siendo sobre ellos que se ha desarrollado este trabajo. Dichos talleres, que versaron sobre fuerzas y movimiento tomando como eje un problema sobre catapultas, se diseñaron teniendo en cuenta los principios metodológicos del AICLE, así como los referidos a la indagación. Se utiliza un vocabulario sencillo y concreto para tratar de simplificar la tarea, se organiza la secuencia de manera lógica y se establece una división de labores entre los docentes que imparten el taller. La estructura se basa en una breve explicación gamificada de las partes de una indagación, exposición de una situación problema, planificación y desarrollo de los experimentos y la extracción de unas conclusiones sencillas. Al finalizar cada taller cada uno de los alumnos debe completar un breve test en el que se incluyen 4 cuestiones sobre su opinión sobre el mismo, las CC.NN., el trabajo en grupo y la temática del taller.

Se ha realizado una observación sistemática participante durante la realización de los talleres y, en uno de ellos, se contó con la participación de un observador externo. La observación fue realizada con escalas de estimación elaboradas a partir de la revisión bibliográfica y tras el análisis y la discusión con otros profesionales. Con estas escalas se pretende traducir lo observado en grados de intensidad, frecuencia, etc. estableciéndose una serie de categorías. Se partió de los objetivos que se querían conseguir en los talleres y en este estudio, llevando a cabo una selección cuidadosa de los rasgos más significativos, teniendo en cuenta que los mismos correspondieran con conductas observables y cuyo significado fuera unívoco. De esta forma, se diferenciaron entre las referidas a los alumnos (niños de Primaria) y a los docentes (alumnos del Grado). En referencia a estos últimos, se analizan las siguientes subescalas: estrategias didácticas (feedback en inglés, adaptación en función de las necesidades, tipo de material, gestión del aula…), el lenguaje verbal (vocabulario, estructuras y preguntas), no verbal y para verbal y la competencia científica. En lo que concierne a los alumnos, se analiza la actitud y motivación ante las actividades, el lenguaje verbal (expresión en el aula) y no verbal (posición, reacciones ante las actividades…). A pesar del diseño cuidadoso, dado que no había experiencias similares anteriores sobre el uso de la indagación para la enseñanza de las CC.NN. en inglés, cada sábado se fueron introduciendo una serie de cambios y mejoras. Para ello, tras cada el análisis de los datos recabados en cada taller se realizaba una puesta en común de los mismos para determinar los posibles aspectos a mejorar y la forma de introducir dichas mejoras.

La muestra está compuesta por un total de 102 alumnos de diferentes colegios públicos y concertados de la provincia de Burgos que acudieron a lo largo de 3 sábados diferentes. Los niños fueron divididos en grupos de unos 15-18 alumnos, trabajándose la indagación en pequeño grupo. Así, la muestra se compone de un total de 7 grupos y 17 personas responsables del taller

(en total de los 3 talleres realizados): estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria, egresados y docentes de la UBU[1]. De todos ellos, 5 han sido jefes de grupo, habiendo repetido la realización del taller 2 de ellos.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la observación sistemática, así como los cambios introducidos teniendo en cuenta los datos recogidos. En la tabla 1 se recogen las características de los talleres, los cambios introducidos y algunas de las observaciones realizadas, estando destacados en"negrita" los elementos que se mantienen constantes.

Tabla 1. Observaciones y características de cada uno de los "Sábados de Ciencia" analizado.

Sábado de ciencias	Características/Mejoras	Observaciones	
		Alumnos	Profesores
1º	-3 talleres. **-Metodología de la indagación y AICLE.** -Se diseñan las actividades que se van a desarrollar. **- Se plantea una situación problema en inglés.** -Grupos de trabajo 4-5 niños. -En dos de los grupos se acuerda dejar el material sobre las mesas, en el otro el material se coloca en un rincón del aula.	-Muestran inquietud y reticencia al inicio del taller. -No son capaces de comunicarse en inglés por falta de vocabulario y estructuras necesarias. -Falta de participación. -Cansancio y aburrimiento a lo largo del taller. -En el grupo que el material se encuentra apartado, los niños muestran menos interés por realizar la actividad.	-Primera vez que realizan el taller. -Poca estructuración y organización: qué, cómo y cuándo. -Nivel de inglés medio-alto. Primera vez que realizan el taller. -Dificultades de expresión oral a la hora de explicar los conceptos y el proceso. -Preguntas demasiado complejas y amplias. -Lenguaje no verbal pobre, reflejando nerviosismo y tensión.
2º	-2 talleres. **-Se establece vocabulario, ideas y estructuras clave para trabajar al inicio.** **--Metodología de la indagación.** **-Se incentiva que los docentes usen el lenguaje no verbal y paraverbal.** **-Se propone a los colegios participantes trabajar previamente el libro "How to catapult a castle" de Fact Finders.** **-Se simplifica la situación problema.** **-En uno de los grupos, se plantea una actividad previa de presentación y de motivación.** **-Grupos de trabajo de 3-4 niños.** **-Material en las mesas.** **-Se planifican juegos en los que tengan que aplicar lo aprendido.**	- Actitud positiva y distendida. -Se comunican en inglés en las situaciones establecidas. -Participan activamente. -Muestran interés y curiosidad, proponiendo nuevas actividades.	-Segunda vez que realizan el taller. -Gran estructuración de las actividades. -Nivel de inglés alto. -Lenguaje sencillo, claro y conciso, sin vacilaciones. -El lenguaje no verbal y paraverbal facilita la comprensión. -La actividad previa cumple su objetivo inicial en el grupo realizado. -Preguntas amplias y complejas.
3º	-2 talleres. -Se siguen las mismas directrices que en el taller anterior. -Se generaliza la realización de la actividad previa. -Grupos de trabajo de 3-4 niños.	- Actitud positiva y distendida. inseguridad. -Se comunican en inglés en las situaciones establecidas. -Participan activamente. -Muestran interés y curiosidad, proponiendo nuevas actividades.	-Primera vez que realizan el taller. -Gran estructuración de las actividades. -Nivel de inglés medio-alto. -Lenguaje sencillo, claro y conciso. -El lenguaje no verbal y paraverbal facilita la comprensión. -Preguntas amplias y complejas.

A través de la escala utilizada y tomando como ejemplo a dos de los estudiantes (jefes de grupo) que imparten esta actividad se observa la evolución de estos a lo largo de los talleres, así como de los resultados obtenidos en dichos talleres. En el primero de ellos, sobre una puntuación máxima posible de 265, el estudiante con la puntuación más alta obtiene 181, mientras el otro obtiene 129 puntos. Tras las modificaciones introducidas se observa como en el segundo taller

1 De ahora en adelante, cuando se hable de estudiantes se aludirá al grupo de personas del Grado de Maestro en Educación Primaria que imparten el taller. Por ende, para referirse a los niños que acuden se utilizarán diferentes sustantivos entre los que se encuentran alumnos, educandos, discentes…

aumenta en gran medida la puntuación, pasando a ser de 230 en el primer caso y de 216 en el segundo. Resulta llamativo como al establecer las mejoras no solo ambos estudiantes mejoran, sino que la distancia entre los mismos se reduce. Por otra parte, en el tercer taller hay nuevos estudiantes encargados de impartirlo, pero estos aplican los mismos principios metodológicos. Las puntuaciones obtenidas son de 207 y 213, es decir, a pesar de no haber desarrollado el taller nunca, los resultados son similares al segundo caso.

En la Figura 1 aparecen los resultados de las respuestas de los alumnos a las preguntas de opinión al finalizar los talleres. Puede observarse que existe un aumento positivo en el segundo taller que coincide con la introducción de mejoras en el segundo taller y un ligero descenso en el tercero, correspondiendo con los datos recogidos en las escalas. Además, estas medias son comparables con las obtenidas en otros talleres llevados a cabo en español de los Sábados de Ciencia (3,7/4). Cabe destacar que los datos referidos a la opinión de los alumnos son tratados con cautela.

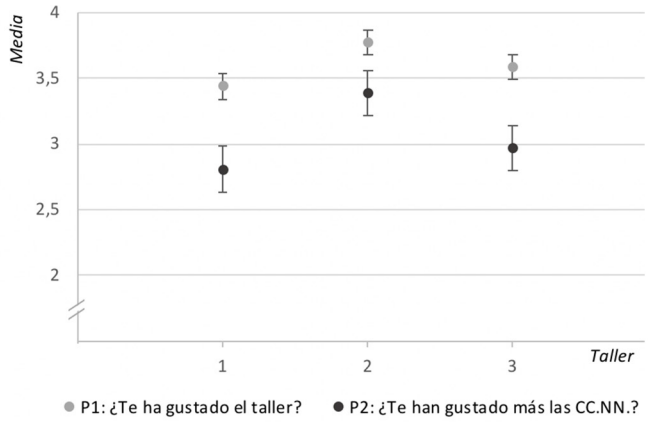


Figura 1. Media de las respuestas de los alumnos a las preguntas de opinión referidas con una escala de 1-4

Conclusiones

La enseñanza de CC.NN. utilizando la indagación no resulta una tarea sencilla, y, menos aún, en inglés. Sin embargo, el estudio desarrollado muestra que es una metodología que se adapta a los requerimientos de las enseñanzas bilingües siguiendo los principios establecidos por el AICLE, tanto para que los niños aprendan CC.NN. como para el aprendizaje de la segunda lengua dada la cantidad de situaciones reales de interacción lingüística (entre niños y niños y docentes) que proporciona, es decir, la indagación y el inglés tienen un efecto sinérgico, complementándose y teniendo como resultado un aprendizaje de ambos de manera funcional y significativa.

Hemos podido observar que, aunque un conocimiento apropiado del idioma extranjero es condición necesaria, no es suficiente, porque al mismo tiempo, es necesario que el lenguaje no verbal y paraverbal acompañe, enfatice y facilite la comprensión de los conceptos trabajados. El cuerpo y la voz debe acompañar lo que las palabras dicen y, de igual manera que se planifica lo que se va a decir, se debe planificar cómo se va a decir. Caso contrario se ha observado que el seguimiento y la atención por parte de los alumnos decae, correlacionando su aumento con la mejora de estas habilidades. Además, parece necesario establecer ciertas estrategias, además de las características de la indagación (vocabulario, ideas y estructuras clave para formulación de hipótesis, conclusiones, etc. para trabajar al inicio, trabajo previo de la temática con un cuento, planificación de juegos para aplicar lo aprendido). Estas estrategias parecen ser una de las claves para mejorar el desarrollo de una actividad que combine IBSE y AICLE en un reducido período de

tiempo. Además, si dichas estrategias se combinan con un lenguaje no verbal y paraverbal que enfatice y facilite la comprensión de los conceptos trabajados se obtienen mejores resultados. Igualmente, crear un contexto distendido y relajado es fundamental para facilitar la participación del alumnado en la lengua extranjera. De esta forma, junto con el trabajo previo del vocabulario y estructuras se consigue que los niños aumenten la producción en esa lengua, de manera que se integran los contenidos y el idioma (AICLE).

Referencias

Aparicio-García, M. E. (2009). Análisis de la educación bilingüe en España. *ICEI PAPER, 12,* 1-4. Recuperado de: https://goo.gl/qgxAVw

Couso-Lagarón, D. (2014). "De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar una reflexión crítica". Comunicación presentada en el 26 Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales: Huelva, España.

Coyle, D. (2002). Relevance of CLIL to the European Commission's Language Learning Objectives. En Marsh, D. (Ed.), *CLIL/EMILE-The European Dimension: Actions, Trends and Foresight Potential*. (27 -28). Jycäskylä: European Commission.

Darn, S. (2006). Content and Language Integrated Learning (CLIL): A European Overview. ERIC. Recuperado de: https://eric.ed.gov/?id=ED490775

Espinet, M., Valdés-Sánchez, L., Carrillo-Monsó, N., Farró-Gràcia, L., Martínez-Villa, R. López-Rebolal, N. y Castillon-Pascual, A. (2017). Promoting the Integration of Inquiry Based Science and English Learning in Primary Education Through Triadic Partnerships. En A. W. Oliveira y M. H. Weinburgh (Eds.), *Science Teacher Preparation in Content-Based Second Language Acquisition* (287-303). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-43516-9_16

Espinet, M., Valdés-Sánchez, L., y Hernández, M. I. (2018). Science and Language Experience Narratives of Pre-Service Primary Teachers Learning to Teach Science in Multilingual Contexts. En K. S. Tang y K. Danielsson (Eds.), *Global Developments in Literacy Researchfor Science Education* (321-337). Cham, Switzerland: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8_19

Eurydice (Eds.). (2006). *Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe.* Recuperado de: https://goo.gl/qvrcpw

Gallardo del Puerto, F. y Martínez-Adrián, M. (2013). ¿Es más efectivo el aprendizaje de la lengua extranjera en un contexto AICLE?: Resultados de la investigación en España. *Revista Padres y Maestros,* (352), 25-28.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas.* Washington: The National Academies Press.

San Román-López, M. (2016). El "Maestro CLIL": Resultados de un proyecto de desarrollo docente adaptado a las necesidades del aula bilingüe en educación primaria. *Edetania: estudios y propuestas socioeducativas,* (49), 221-237.

Valdés, L., Espinet, M., Aguas, M. y Dallari, L. (Septiembre de 2013). El coateaching como herramienta de avance de un proyecto AICLE en primaria: Un estudio realizado a través de las preguntas maestras. En IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias: Girona.

La indagación científica escolar guiada a través del vídeo

Anna Solé-Llussà[1], David Aguilar Camaño[1], Manel Ibáñez Plana[2] y Jordi Lluís Coiduras Rodríguez[3]

[1]Departament de Didàctiques Específiques. [2] Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. [3] Departament de Pedagogia i Psicologia.
Universitat de Lleida

anna.sole@didesp.udl.cat

Resumen:

La indagación científica es una de las estrategias que han aportado mejores resultados en el aprendizaje de las ciencias, sin embargo presenta cierta dificultad de implementación en las aulas. Para facilitar su aplicación, en los últimos años, se han desarrollado diversas guías o andamiajes, entre las que destaca la vídeo-modelización. El propósito de este estudio es aplicar la vídeo-modelización para desarrollar la competencia investigadora en un aula de educación primaria y estudiar cómo esta herramienta interactúa con las acciones realizadas por el docente y el grupo de estudiantes. Los resultados indican que esta metodología promueve el trabajo autónomo y fomenta la interacción y la colaboración del grupo de trabajo, observándose resultados positivos en el aprendizaje de los contenidos científicos trabajados.

Palabras clave: indagación científica; andamiaje; vídeo-modelización; educación primaria.

Introducción

Según los estándares internacionales de educación científica, existe un amplio consenso en relación a la metodología de indagación, como una de las estrategias que ha aportado mejores resultados en el aprendizaje de las ciencias (NRC, 2012). Esta metodología se define a partir de una serie de fases, que incluyen el planteamiento de una pregunta investigable, la formulación de hipótesis, una planificación experimental, la ejecución de la experiencia para recoger datos y la interpretación de estos datos (Pedaste *et al.,* 2015). No obstante, algunos estudios apuntan que la indagación no guiada generalmente es ineficiente para promover el razonamiento científico de los estudiantes. De hecho, las actividades indagadoras precisan de diversas fuentes de información simultáneas que pueden sobrepasar los límites cognitivos del alumnado, principalmente en estudiantes que se inician en ésta (Kant *et al*., 2017).

Para facilitar su implementación, se ha apostado en numerosos casos por la introducción de diferentes tipos de ayudas que permiten guiar el proceso indagador. Principalmente, estas ayudas pueden proceder de diversas fuentes: i) convencionales: aportadas por el equipo docente, el grupo de trabajo y materiales didácticos; y ii) tecnológicas: a través de aplicaciones móviles o simuladores (Lehtinen and Viiri, 2017). Recientemente, el uso de la tecnología como andamiaje ha ido en aumento, siendo un ejemplo, la vídeo-modelización (Mulder *et al*., 2014). Diferentes autores indican que la presentación audio-visual de instrucciones o ejemplos (previamente o

durante la realización de una indagación) tiene un efecto positivo para lograr los objetivos de aprendizaje planteados y mejorar la competencia indagadora (Kant *et al.*, 2017).

En el presente estudio, nos basaremos en la vídeo-modelización para guiar un proceso indagador sobre circuitos eléctricos en un aula de ciclo superior de educación primaria. Estudiaremos las ayudas que esta herramienta tecnológica proporciona y analizaremos las interacciones que se establecen entre el docente, el grupo de trabajo y el vídeo.

Metodología

Participantes

La experiencia se realiza en un aula de 14 estudiantes de ciclo superior de educación primaria. La participación en el estudio fue voluntaria con el consentimiento parental del alumnado.

Materiales y procedimiento

El estudio se desarrolla en 3 sesiones de 75 minutos (Figura 1) donde el alumnado despliega una investigación sobre circuitos eléctricos empleando un laboratorio virtual disponible en el proyecto Physics Education Technology (PhET) (Colorado, 2014). Se diseñan y producen dos vídeo-modelizaciones para guiar el aprendizaje del proceso de indagación. La primera ayuda facilitada, contextualiza al alumnado introduciendo contenidos científicos relacionados con los circuitos eléctricos. Esta primera ayuda finaliza planteando una pregunta sobre la que los estudiantes basarán su investigación. La segunda ayuda, proporcionada durante la siguiente sesión, se centra en la planificación de la investigación, etapa que puede presentar mayor dificultad para el alumnado (García-Carmona *et al.*, 2017). En este segundo vídeo se plantean ideas generales sobre el diseño de la investigación (formulación de hipótesis, material, variables, recogida y organización de datos). En la tercera sesión, el alumnado tiene disponible las dos vídeo-modelizaciones y realiza la experimentación e interpretación de la indagación.

En todas las sesiones, los estudiantes, organizados en grupos de 2 o 3, dejan constancia del progreso de su investigación en sus fichas de trabajo. Cada grupo dispone de un ordenador portátil para trabajar con el simulador informático y de un dispositivo móvil (Tablet PC) para visualizar libremente los vídeos. En la última sesión, realizada 15 días después de la actividad, el alumnado completa un cuestionario de preguntas conceptuales tipo test, cuya respuesta ha de ser argumentada.

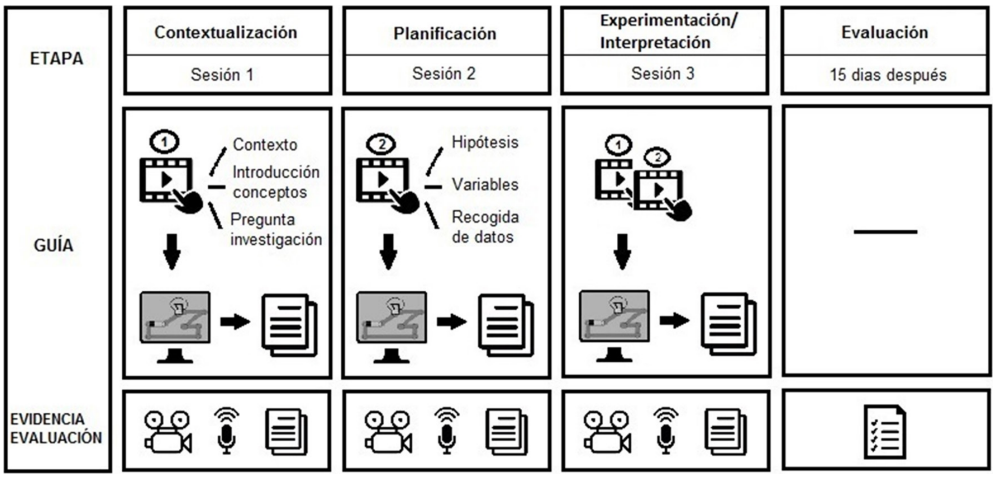


Figura 1. Proceso de indagación a partir de la vídeo-modelización realizado en el aula.

Recogida de datos

A partir de las grabaciones de vídeo y audio en el aula se estudió como la vídeo-modelización promueve e interacciona con el docente y el grupo de trabajo. Para ello, se diseñó y validó una herramienta de análisis (Tabla 1) basada en estudios previos (Dobber *et al*., 2017; Kim and Hannafin, 2011). Esta herramienta consta de 3 niveles de clasificación según el agente de la acción: docente, grupo de trabajo o el alumnado de forma individual. De cada agente se especifica la tipología de acción que efectúa durante la actividad de indagación y las correspondientes acciones.

Tabla 1. Herramienta de análisis de las acciones o andamiajes que se observan durante el proceso de indagación a partir de la vídeo-modelización.

PROCEDENCIA ACCIÓN	TIPOLOGÍA ACCIÓN	CÓDIGO ACCIÓN	ACCIÓN
DOCENTE	**Conceptual**	**MCON**	**Relaciona** nuevos contenidos con contenidos previamente trabajados **Cuestiona** para favorecer la reflexión, comprobar la comprensión,
	Instrumental	**MINS**	**Propone** como trabajar para optimizar el tiempo y los recursos **Fomenta** la conexión del alumnado con la actividad
	Procedimental	**MPRO**	**Indica** cómo se usan las herramientas tecnológicas **Valida** una tarea
	Actitudinal	**MACT**	**Anima** al alumnado a compartir una tarea realizada **Da** *feedback* positivo al alumnado
GRUPO DE TRABAJO	**Conceptual**	**CCON**	**Explican** dudas conceptuales **Ponen** en común los resultados obtenidos
	Instrumental	**CINS**	**Marcan** pautas de trabajo para optimizar el tiempo y los recursos
	Procedimental	**CPRO**	**Clarifican** dudas informáticas/tecnológicas **Comprueban y validan** las tareas realizadas
	Actitudinal	**CACT**	**Dan** *feedback* positivo
	Sin tarea	**FTAS**	
INDIVIDUAL *(cuando el propio alumnado a nivel individual inicia la acción hacia el grupo de trabajo y/o docente)*	**Trabajo autónomo**	**AUT**	**Realiza** tareas sin compartir con los compañeros
	Conceptual	**ICON**	**Explica** con más detalle las actividades a los compañeros **Plantea** nuevas preguntas con el maestro y los compañeros
	Instrumental	**IINS**	**Marca** pautas de trabajo para optimizar el tiempo y recursos
	Procedimental	**IPRO**	**Clarifica** dudas informáticas/metodológicas **Comprueba y valida** las tareas realizadas
	Actitudinal	**IACT**	**Da** *feedback* positivo a los compañeros
	Sin tarea	**IFT**	

Para analizar en profundidad cómo la vídeo-modelización incide en el proceso de indagación del alumnado, se realizó un estudio de caso centrado en el seguimiento de tres perfiles de estudiantes. Para determinar el perfil del alumnado según su competencia indagadora, se realizó una entrevista previa al docente. A partir de la información obtenida por el docente y, teniendo en cuenta la clasificación propuesta por la National Science Education Standars (NRC, 1996), se definió el alumnado según tres perfiles: Indagadores, Negociadores y Dispersos. El *perfil indagador* destaca por realizar un mayor número de observaciones, explorando los recursos y generando

explicaciones basadas en evidencias. El *perfil negociador* muestra menor interés en el proyecto y se caracterizan por estar continuamente comprobando su trabajo con el grupo de trabajo o el equipo docente. Por último, el *perfil disperso* se define por utilizar una gran cantidad de recursos pero sin un objetivo claro, dedicando parte de la sesión a realizar tareas no relacionadas con la indagación.

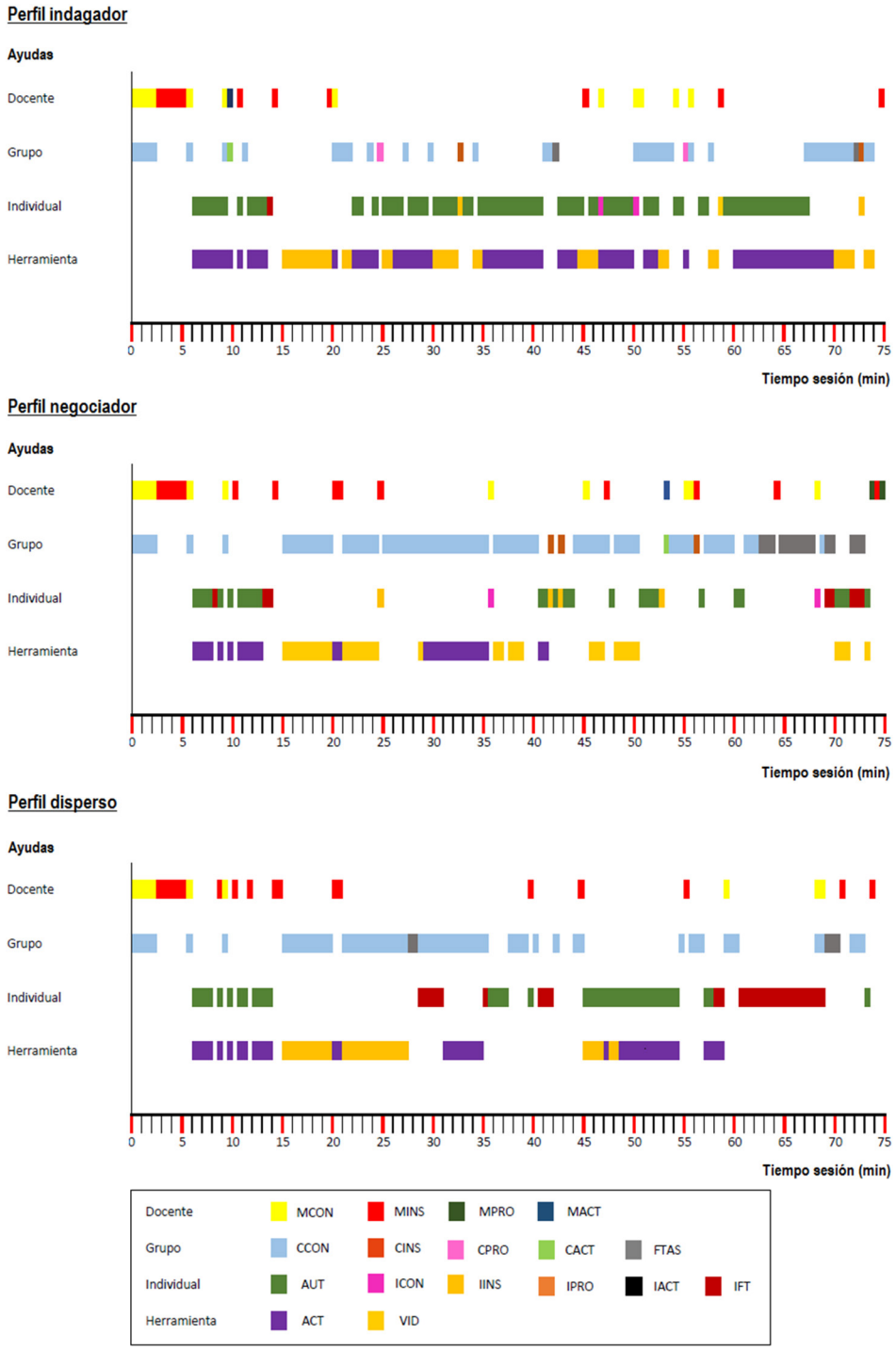


Figura 2. Ejemplo de interacción entre las diversas ayudas proporcionadas en el proceso de indagación mediado por la vídeo-modelización durante la etapa de planificación en los tres perfiles de estudiantes.

Resultados y discusión

En el contexto de la indagación científica escolar, se espera que los estudiantes puedan usar las ayudas facilitadas de formas diversas según sus competencias y esquemas de conocimiento ya preestablecidos (van Dijk *et al*., 2016). En el presente estudio, se analiza como la vídeo-modelización promueve acciones y ayudas procedentes del docente, el grupo de trabajo y a nivel individual durante el proceso de indagación, en cada perfil seleccionado. La Figura 2 muestra el cronograma de la sesión dedicada a la planificación de la investigación para cada perfil. En estos gráficos se indican las diferentes acciones realizadas por los agentes participantes así como los períodos en los que el alumnado emplea el vídeo. De esta manera, es posible identificar relaciones existentes entre el uso del vídeo y las acciones que emergen en el aula para guiar o ayudar en la indagación.

En la misma línea que trabajos previos (Kim and Hannafin, 2011), se observa que el escolar con un perfil indagador muestra una elevada conexión con el vídeo, permitiéndole desarrollar su trabajo autónomamente de manera frecuente y constante. De la misma forma, el perfil negociador destaca por un uso frecuente del vídeo, aunque principalmente usándolo motivado por el docente. Este hecho se puede entrever por la mayor interacción del docente con este alumno a lo largo de la sesión aportándole acciones del tipo instrumental y fomentado sobre todo la conexión del escolar con el vídeo y la actividad. Por otro lado, en el perfil disperso, se observa una interacción similar del docente, interviniendo a menudo a lo largo de la sesión y marcando pautas de trabajo. A partir de estas evidencias, destacamos la variedad de ayudas que proporciona el docente en los perfiles de estudiantes y en las diferentes fases de la sesión. En consonancia con el trabajo de Lehtinen and Viiri (2017), el docente se adapta a las necesidades del alumnado a partir de las evidencias recibidas durante el transcurso de la actividad, propiciando que el aprendizaje del alumnado sea más efectivo.

Una segunda observación de los resultados incide sobre todo en la relación establecida entre los diferentes perfiles de alumnado y su grupo de trabajo. Se observa una interacción entre el vídeo y el grupo de una forma constante, especialmente en los perfiles indagador y negociador, si bien, con algunas diferencias (Figura 2). Mientras que el perfil negociador interacciona la mayor parte de la sesión con el grupo de trabajo, el perfil indagador muestra interacciones frecuentes y cortas con sus compañeros, hecho atribuido probablemente a su elevada autonomía. Sin embargo, es interesante destacar que la mayoría de las acciones del escolar indagador hacia el grupo de trabajo suelen ser de tipo procedimental e instrumental, focalizadas principalmente en marcar pautas de trabajo. De hecho, utiliza el vídeo para exponer a sus compañeros ejemplos o acciones que les podrían ser útiles para continuar con la actividad. En este sentido, resulta interesante observar como el vídeo ha tenido una influencia positiva tanto a nivel de grupo (intercambio de perspectivas) como a nivel individual (autonomía del alumnado indagador). De este modo, cabe destacar que la guía proporcionada por los compañeros durante el proceso indagador puede añadirse a la aportada por la vídeo-modelización y los docentes.

Conclusiones y contribución científica del trabajo

En definitiva, los resultados muestran que la integración de la metodología diseñada basada en el uso del vídeo facilita el desarrollo de un proceso indagador. En este sentido, los resultados nos permiten observar distintas formas de interacción con el vídeo en experiencias de aprendizaje con indagación destacando la autonomía del alumnado y la interacción con el grupo de trabajo.

Las aportaciones que se derivan del presente estudio de caso nos conducen a nuevas experiencias en el aula para estudiar la extrapolabilidad de estos resultados.

Referencias bibliográficas

Colorado, U. D. (2014). PHET Interactive Simulations. https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc

Dobber, M., Zwart, Z., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature Review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214.

García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, *47*(5), 989-1010.

Kant, J. M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction*, *52*, 46-58.

Kim, M. C., & Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding 6th graders' problem solving in technology-enhanced science classrooms: A qualitative case study. *Instructional Science*, *39*(3), 255-282.

Lehtinen, A., & Viiri, J. (2017). Guidance Provided by Teacher and Simulation for Inquiry-Based Learning: A Case Study. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 193-206.

Mulder, Y. G., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2014). Using heuristic worked examples to promote inquiry-based learning. *Learning and Instruction*, *29*, 56-64.

National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47-61.

Van Dijk, A. M., Eysink, T. H., & de Jong, T. (2016). Ability-related differences in performance of an inquiry task: The added value of prompts. *Learning and Individual Differences*, *47*, 145-155.

La narrativa de ficción como contexto socio-científico: una ejemplificación mediante la novela juvenil

Isabel Pau Custodio, Conxita Márquez Bargalló y Anna Marbà-Tallada

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals.
Universitat Autònoma de Barcelona

isabelpau4@gmail.com

Resumen:

Partiendo de la consideración que la educación científica debe promover que los estudiantes se impliquen en problemáticas de relevancia social conectadas con las ciencias se discute el uso de la narrativa de ficción como contexto socio-científico. En un primer apartado se justifica el hecho de que el cuestionamiento acerca del mundo real pueda hacerse a partir de un mundo de ficción. Además, se justifica también cómo las narrativas de ficción pueden promover la reflexión acerca de contenidos científicos, una comprensión de la naturaleza de las ciencias y una apreciación de los aspectos éticos. En un segundo apartado, se ejemplifica esa concepción mediante el análisis de una novela juvenil. Se concluye que la conceptualización de la novela juvenil como contexto socio-científico puede promover su uso como contexto entre el profesorado.

Palabras clave: narrativa ficción, contexto, cuestiones socio-científicas, novela juvenil.

Introducción

Uno de los objetivos prioritarios de la educación científica es la promoción de la alfabetización científica entendida como «la habilidad de comprometerse con las temáticas relacionadas con las ciencias, y con las ideas de la ciencia, desde la perspectiva de un ciudadano reflexivo» (OECD, 2013, p. 15). Para lograrlo será necesario hacer participar a los estudiantes en actividades que permitan que se involucren, de manera activa e implicada, en problemas de relevancia social conectados con las ciencias, es decir, en cuestiones socio-científicas (Sadler, 2009). Esta concepción implica que los profesores deben proponer la reflexión acerca de situaciones que se encuentran fuera de las fronteras tradicionales de la ciencia sin limitarse a una visión científica, sino también incorporando otras consideraciones sociales, políticas, económicas o éticas (Sadler & Zeidler, 2009). En ese marco es necesario cambiar los métodos de enseñanza tradicional, basados sólo en la transmisión de conocimientos científicos, adoptando nuevas aproximaciones como son la enseñanza de las ciencias en contexto o las ya citadas cuestiones socio-científicas (Sadler & Zeidler, 2009). Además, en esta "ciencia para todos" se necesitan nuevas retoricas que muestren la ciencia como una actividad humana. Para ello Izquierdo (2010) propone introducir las narrativas en clase de ciencias para que mediante una racionalidad narrativa, más próxima a los alumnos, se anime a los alumnos a adoptar la racionalidad lógica propia de la ciencias y se les convenza de sus ventajas.

Partiendo de estas ideas, en esta comunicación nos centramos en las narrativas como género literario y concretamente en el uso de narrativas de ficción. Así, el objetivo es en primer lugar justificar por qué este tipo de retórica puede actuar como contexto socio-científico. Entendemos

contexto como una situación o problema complejo de relevancia social y del entorno del alumnado del cual a partir de su estudio se van modelizando los conceptos clave para comprenderlo y tomar decisiones (Sanmartí, Burgoa, & Nuño, 2011) y socio-científico como de relevancia social con conexiones conceptuales y procedimentales con la ciencia (Sadler, 2009). En segundo lugar, partiendo del análisis de novelas realizado en investigaciones anteriores (Pau Custodio, 2017) se pretende ejemplificar esta concepción mediante la descripción y el análisis de una novela juvenil.

Las narrativas de ficción como contexto socio-científico

En este apartado se justifica en primer lugar de qué manera el hecho que la narrativa sea de ficción no impide una reflexión acerca del mundo real. En segundo lugar, se justifica de qué manera las narrativas de ficción pueden promover las tres aptitudes necesarias para enfrentarse a una decisión socio-científica: un conocimiento acerca de la ciencia subyacente al contexto o la competencia de saber cómo adquirir este conocimiento, una comprensión de la naturaleza de la ciencia y una apreciación de los aspectos éticos relacionados con el contexto (Sadler, 2004).

Cuestionarse el mundo real a partir del mundo de ficción

Cualquier texto de ficción narrativo, al presentar un mundo posible, deja espacios vacíos –ya que es imposible que describa todas y cada una de sus características– que el lector tendrá que rellenar mediante sus conocimientos del mundo real. Es decir, el lector asumirá que la situación presentada en la ficción está sometida y se asemeja a las leyes y situaciones del mundo real a no ser que el texto diga lo contrario (Eco, 1981; Lewis, 1978).

Esto implica que, aunque los personajes sean de ficción, estarán sometidos a las leyes de la naturaleza. De esta premisa se deriva el hecho de que mediante la ficción podamos problematizar y modelizar el mundo real (Soudani, Héraud, Soudani-Bani, & Bruguière, 2015) ya que la comprensión de la intriga estará sometida a la comprensión de los fenómenos científicos subyacentes (Bruguière et al., 2014). De manera análoga, los personajes también estarán sometidos a ciertas normas sociales, hecho que permitirá problematizar una visión de la ciencia integrada en la sociedad y no como un concepto abstracto.

Cabe destacar que el hecho de que las propiedades del mundo real sean importadas en el mundo de ficción no quiere decir que este proceso sea explícito, sino que será el lector quien deberá descubrirlas. A nivel didáctico esto tendrá implicaciones ya que será una de las funciones del profesorado promover que los lectores sean conscientes de ello. Sin el apoyo de ciertas actividades se corre el riesgo de que el lector sólo quiera conocer el final de la historia centrando la atención en la ficción y no en cuestionarse el mundo real (Bruguière & Triquet, 2012).

Contenido científico

Se considera que la potencialidad de plantear una temática científica a través de la intriga de la novela viene dada por el hecho de que como lectores de una narrativa de ficción lo que intentamos es entender la lógica de la intriga y su resolución (Bruguière & Triquet, 2012). Así, si esta intriga implica unos contenidos científicos subyacentes —fenómenos biológicos o físicos— cuestionarse la intriga implicará cuestionarse estos contenidos. Para promover esta reflexión será necesario identificar y analizar narrativas donde los fenómenos del mundo tengan un rol esencial en el desarrollo de la intriga (Bruguière & Triquet, 2012). A nivel didáctico la potencialidad reside en que la reflexión acerca de las fenómenos del mundo parte de un posicionamiento de lector literario (Pau Custodio, 2017), hecho que puede contribuir a que alumnos que se sientan alejados de la ciencia se impliquen en ella (Gilbert, Hipkins, & Cooper, 2005).

Naturaleza de la ciencia

De las diversas maneras en que los alumnos pueden aprender acerca de la naturaleza de la ciencia, Solomon (2002) destaca el papel de las historias. Según el autor la potencialidad reside

en que los estudiantes pueden aprender sobre las empresas científicas siguiendo los éxitos y los fracasos de los científicos implicados. Además, remarca el papel esencial que juega la empatía en el contexto de la lectura de historias de ciencias. Así, las narraciones, al encontrarse en el polo opuesto de la comunicación científica –objetiva y lógica– evitarán mostrar la ciencia como una estructura deshumanizada (Egan, 1986). A nivel didáctico, se considera que las historias pueden promover una visión menos estereotipada de los científicos entre los alumnos (Erten, Kıray, & Şen-Gümüş, 2013), aunque se alerta sobre que algunas historias pueden reproducir estereotipos, por lo cual la selección y la reflexión promovida por el profesorado será muy importante (Heering, 2010).

Ética

En relación con la ética, se considera que las historias tienen el potencial de influir en los conocimientos y creencias, y esencialmente que promueven un intercambio social y cultural (Avraamidou & Osborne, 2009). Se considera también que a menudo las historias que los viejos explican a la comunidad tienen el objetivo, aparte de divertir y expresar sentimientos, de enseñar las formas de comportamiento y la moral, así como de evitar los vicios de la comunidad (Adekunle, 2000, citado en Mutonyi, 2015). A nivel didáctico, Solomon (2002) remarca el papel que siempre han jugado las historias en los primeros aprendizajes sobre la ética. Considera que las historias tendrían que formar parte de las discusiones sobre temas sociales que se hacen en las clases debido a su valor para hablar sobre los problemas humanos, actuales o futuros. De manera relacionada, Djerassi (1998) considera que las narrativas de ficción permiten describir y discutir acerca de dilemas éticos que a menudo no se plantean por razones de discreción, vergüenza o miedo al castigo.

La novela juvenil como contexto socio-científico

En este apartado se pretende ejemplificar mediante el análisis de la novela *Katalepsis* (Roca, 2013) de qué manera una novela juvenil puede ser considerada como un contexto socio-científico. Para ello se muestra, en la Tabla 1, el análisis de la intriga. Posteriormente se discute su concepción como contexto socio-científico.

Tabla 1. Análisis de la intriga de la novela juvenil *Katalepsis* (Roca, 2013)

Estado inicial	Complicación	Dinámica	Resolución	Estado final
Eric sufre catalepsia y gasta bromas haciendo ver que muere a causa de una pelea. La verdad es que Eric sólo parece muerto gracias a los ataques de catalepsia que se provoca tomándose cocaína. Eric decide gastar la broma en una fiesta dónde no ha sido invitado.	Durante la broma cuando Eric parece muerto Edu y Alexis (dos "enemigos" de Eric) dicen querer llevárselo al hospital, pero en vez de eso lo entierran en el jardín de la segunda residencia de uno de ellos.	A causa de un accidente Edu muere y Alexis se queda en coma. Mientras, los amigos y familiares de Eric le buscan desesperadamente. Paralelamente Eric se despierta y consigue salir de dónde le enterraron. De vuelta a su casa vuelve a sufrir otro ataque de catalepsia.	La policía encuentra a Eric, pero los médicos certifican su muerte y es transportado al tanatorio. Algunos familiares y amigos no les creen y deciden velarlo. Mientras lo están velando Eric despierta.	Eric se recupera del ataque y decide dejar de tomar drogas y de realizar bromas con su enfermedad. Al cabo de unos días Eric sufre un nuevo ataque de catalepsia. La novela termina sin que el protagonista se despierte de este nuevo ataque.

Por lo que hace referencia a los contenidos científicos, el análisis muestra que el desarrollo de la intriga está muy relacionado con catalepsia como enfermedad y sus consecuencias, así como la interacción entre esta enfermedad y las drogas. Así, partiendo de un contexto concreto las actividades realizadas alrededor de la lectura pueden llevar a la reflexión y modelización de conceptos

en relación con el sistema nervioso, así como con el modelo estímulo-respuesta entendiendo el cuerpo humano como un sistema. Cabe añadir que tal y como cabe esperar de una novela los conceptos científicos no son explícitos, las consecuencias de la enfermedad son descritas de manera realista hecho que puede ayudar a realizar la conexión entre el mundo de la ficción y el mundo real.

En relación con la naturaleza de la ciencia cabe destacar que, aunque se muestre una ciencia con un propósito aplicado como es la medicina, la intriga permite discutir varios aspectos más generales de la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, el hecho que los médicos consideren que Eric está muerto cuándo sólo sufre un ataque de catalepsia permite discutir acerca de los protocolos utilizados en la ciencia, de la fiabilidad de las pruebas… Es interesante destacar que casos recientes demuestran que lo descrito en la ficción puede seguir sucediendo actualmente. De manera complementaria, la escena final en la Eric vuelve a sufrir un ataque de catalepsia por el cual los médicos no tienen solución alguna, así como las referencias históricas en relación con la catalepsia se citan al inicio de los capítulos permiten reflexionar acerca de la construcción y los avances de la ciencia y su constante evolución.

Finalmente, cabe señalar que los aspectos éticos también están muy relacionados con la intriga. Así, casi todos los personajes se ven envueltos en decisiones éticas: Eric y su amigo al gastar la broma, Edu y Alexis que enterrando a Eric poniendo en riesgo su salud, los médicos que certifican la muerte de Eric sin hacer caso a las percepciones de sus familiares, los familiares de Eric que entran ilegalmente en el tanatorio para velarlo ya que creen que no está muerto… La novela plantea así muchos aspectos éticos, describiendo las diferentes posiciones mediante personajes por los cuáles los lectores pueden sentir empatía. Así, la situación de ficción plantea un mundo de ficción donde los estudiantes se pueden posicionar discutiendo acerca de sus valores y consideraciones éticas.

Conclusiones

En esta comunicación se han mostrado las narrativas de ficción y concretamente las novelas juveniles pueden ser utilizadas como contexto socio-científico. En este sentido la reflexión teórica presentada contribuye a conceptualizar el uso de novelas como contexto socio-científico evitando su uso por parte del profesorado como falsos contextos, es decir, solamente como pretextos (Sadler & Zeidler, 2009). Además, se espera que la discusión anime al profesorado de ciencias a utilizar las narrativas en sus clases, considerándolas como una manera más de comunicar la ciencia a sus estudiantes.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

Referencias bibliográficas

Avraamidou, L., & Osborne, J. (2009). The Role of Narrative in Communicating Science. *International Journal of Science Education*, *31*(12), 1683-1707. http://doi.org/10.1080/09500690802380695

Bruguière, C., & Triquet, É. (2012). Des albums de fiction réaliste pour problématiser le monde vivant. *Repères*, *45*, 181-200.

Bruguière, C., Triquet, É., Soudani, M., Héraud, J.-L., Ville, C., Deloustal-Jorrand, V., … Rembotte, X. (2014). *Sciences et albums. Cycles 2-3 Biologie, mathématiques, physique*. (C. Bruguière & É. Triquet, Eds.). Futuroscope Cedex: Canope Editions.

Eco, U. (1981). *Lector in fabula : la cooperación interpretativa en el texto narrativo*. Barcelona: Lumen.

Egan, K. (1986). *Teaching as storytelling. An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school*. Chicago: University of Chicago Press.

Erten, S., Kıray, S. A., & Şen-Gümüş, B. (2013). Influence of Scientific Stories on Students Ideas about Science and Scientists. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *1*(2), 122-137.

Gilbert, J., Hipkins, R., & Cooper, G. (2005). Faction or fiction: Using narrative pedagogy in school science education. En *Redesigning Pedagogy: Research, Policy, Practice* (pp. 1-16). Singapore: Nanyang University Institute of Education.

Heering, P. (2010). False Friends: What Makes a Story Inadequate for Science Teaching? *Interchange*, *41*(4), 323-333. http://doi.org/10.1007/s10780-010-9133-0

Izquierdo, M. (2010). Com es comunica la ciència, més enllà de les paraules. En C. Márquez Bargalló & À. Prat i Pla (Eds.), *Competència científica i lectora a secundària. L'ús de textos a les classes de ciències* (pp. 19-27). Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.

Lewis, D. (1978). Truth in fiction. *American Philosophical Quarterly*, *15*(1), 37-46.

Mutonyi, H. (2015). Stories, proverbs, and anecdotes as scaffolds for learning science concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(6), 943-971. http://doi.org/10.1002/tea.21255

OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*.

Pau Custodio, I. (2017). *La novel·la com a context en l'educació científica*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Roca, M. C. (2013). *Katalepsis*. Barcelona: La Galera.

Sadler, T. D. (2004). Moral and Ethical Dimensions of Socioscientific Decision-Making as Integral Components of Scientific Literacy. *Science Educator*, *13*(1), 39-48.

Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, *45*(1), 1-42. http://doi.org/10.1080/03057260802681839

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 909-921. http://doi.org/10.1002/tea.20327

Sanmartí, N., Burgoa, B., & Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, *67*, 62-70.

Solomon, J. (2002). Science Stories and Science Texts : What can they do for our students ? *Studies in science education*, *37*(1), 85-105.

Soudani, M., Héraud, J.-L., Soudani-Bani, O., & Bruguière, C. (2015). Mondes possibles et fiction réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire. *Recherches en Didactiques des Sciences et des Technologies*, *11*, 135-160.

El uso de modelos para explicar la detención de las reacciones enzimáticas

Mª Peregrina Varela Caamiña, Paloma Blanco Anaya y Joaquín Díaz de Bustamante

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela

paloma.blanco@usc.es

Resumen:

En este trabajo se analiza el proceso de modelización llevado a cabo por estudiantes de 4º de ESO en una actividad relacionada con el modelo de interacción enzima-sustrato. La tarea consiste en explicar la detención de dos reacciones enzimáticas: agua oxigenada con hígado y agua oxigenada con patata, ambos sustratos frescos. Se sigue una metodología cualitativa en la que se analiza el discurso de los estudiantes recogido durante las grabaciones de audio y video, mientras éstos realizaban la tarea de laboratorio. Para el análisis del proceso de modelización se empleó el MMD propuesto por Justi y Gilbert (2002). Los resultados muestran que los estudiantes no sólo usan su modelo de interacción enzima-sustrato, sino que a medida que realizan experimentos, este modelo se modifica con los datos que obtienen acercándose más al modelo científico escolar.

Palabras clave: modelización; modelo; MMD; proceso enzimático; educación secundaria.

Introducción

Uno de los fines de la enseñanza de las ciencias es que las personas, ya sean científicos o ciudadanos normales, seamos capaces de comprender el mundo que nos rodea. Para conseguirlo construimos modelos de la realidad que nos permiten explicar los fenómenos que se producen y de los que somos testigos. El proceso mediante el cual construimos, usamos y revisamos tales modelos es la modelización. En este trabajo se presenta una actividad abierta de laboratorio en la que los estudiantes han de explicar por qué se detienen dos reacciones catalizadas por enzimas haciendo uso del modelo escolar de la interacción enzima-sustrato. El estudio pretende dar respuesta a dos preguntas de investigación: 1) ¿Cómo construyen, evalúan y modifican sus modelos?, 2) ¿en qué medida los modelos elaborados por los estudiantes permiten explicar la detención de las reacciones enzimáticas?

El uso de modelos y la modelización

El término modelo presenta variadas acepciones, en el ámbito de la didáctica de las ciencias un modelo es una representación de un fenómeno con un propósito específico y su finalidad es una simplificación del fenómeno que se utilizará en las investigaciones para desarrollar explicaciones del mismo (Gilbert, Boulter y Elmer, 2000)

A partir del estudio del papel de los modelos y de la modelización en el desarrollo del conocimiento científico Justi y Gilbert (2002) elaboraron un “modelo de modelización” desarrollando un diagrama que sirva como base para diseñar actividades basadas en la modelización para el

aula de ciencias, el "Diagrama del Modelo de Modelización" (MMD), poniendo el énfasis en la importancia de que los estudiantes aprendan ciencias de forma más amplia, esto es, sobre las prácticas involucradas en la producción y uso del conocimiento científico.

Recientemente, Gilbert y Justi (2016) propusieron una modificación, simplificando el MMD, que permite poner de relieve las relaciones entre las cuatro etapas del proceso de modelización: creación, expresión, comprobación y evaluación. Sin embargo, en este estudio se emplea la versión inicial, dado que permite analizar con mayor detalle el proceso de modelización que siguen los estudiantes, lo cual se detalla en el siguiente apartado.

Metodología

La metodología utilizada en nuestra investigación se centra en un estudio cualitativo, en concreto en el estudio de caso, en el cual analizamos los modelos empleados por los estudiantes a partir de un análisis del discurso.

En el estudio colaboraron 41 estudiantes de 4º de ESO (15-16 años) que cursaban la asignatura de Biología y Geología. Por cuestiones de espacio, en el presente trabajo se detalla el análisis de la modelización de un solo grupo, el grupo B (4 estudiantes).

La toma de datos se realizó a partir de grabaciones en vídeo y audio, que posteriormente se transcribieron, del informe escrito del grupo y de las anotaciones de campo de la investigadora. La tarea propuesta consiste en determinar las posibles causas por las que se detienen las reacciones enzimáticas, ocurridas al añadir en dos tubos de ensayo que contienen la misma cantidad de agua oxigenada una porción semejante de hígado y de patata, contestando a las preguntas: "*¿Por qué paró la reacción con el hígado?*" y "*¿Por qué paró la reacción con la patata?*". Para ello, los estudiantes deben elaborar una explicación teórica partiendo del modelo escolar enzima-sustrato y comprobar su explicación experimentalmente.

Para analizar el proceso de modelización se empleó el diagrama del modelo de modelización (MMD) de Justi y Gilbert (2002), modificado para su aplicación a un grupo por Blanco Anaya, Justi y Díaz de Bustamante (2017).

El proceso de modelización comienza con "definir los objetivos", es decir, conocer el motivo por el que se construye el modelo. En nuestro caso, los estudiantes deben elaborar un modelo que les permita explicar las causas por las que se detienen las reacciones enzimáticas (agua oxigenada y hígado; agua oxigenada y patata), basado en la interacción enzima-sustrato.

Una vez definidos los objetivos, a partir de a) la experiencia que tienen con el 'objeto' a modelar y b) la selección del 'origen' del modelo, que viene de la mano de la observación de la detención de las reacciones ocurridas en la Act.1 y de la interpretación de la hoja de ayuda sobre los enzimas, se espera de cada estudiante elabore su modelo mental. La siguiente etapa es la elaboración de un modelo expresado/consensuado del grupo, el cual engloba el modelo expresado de cada integrante, unas veces será el modelo expresado individual de un componente del grupo adoptado como grupal y otras veces será reelaborado por los componentes del grupo (Mendonça y Justi, 2011).

El siguiente paso consistirá en realizar experimentos mentales que, con relación a la tarea, consiste en establecer criterios contrastables para demostrar si el modelo permite explicar la detención de las reacciones. Durante la planificación de estos experimentos deberán establecer posibles resultados, cuando consideran que obtienen un resultado incorrecto de estos experimentos mentales, deberán modificar su modelo. En el caso de considerar que los resultados de esos experimentos sean correctos, pasarán a la siguiente etapa del proceso, "llevar a cabo pruebas experimentales", en la que deben realizar los experimentos acordados por el grupo, interpretar los resultados obtenidos y llegar a conclusiones. Entonces, si las conclusiones les

permiten corroborar su hipótesis, considerarán su modelo adecuado, en caso de que la conclusión rechace su hipótesis los estudiantes rechazarán o modificarán el modelo para elaborar uno nuevo, cerrando uno de los ciclos del proceso de revisión de modelos, hasta que consideren un resultado correcto. Por último, deberán considerar, el "rango de validez y las limitaciones del modelo", esto es, comprobar si su modelo permite explicar completamente la detención de las reacciones o si presenta alguna limitación.

Resultados y discusión

El proceso de modelización del grupo B se representa en la figura 1. Sus integrantes tienen claro desde el principio el objetivo de la tarea, que consiste en entender que deben elaborar un modelo que les permita explicar las causas por las que se detienen las reacciones enzimáticas. Para la elaboración de sus modelos mentales, parten de la experiencia con la actividad enzimática tomada durante la realización de la Act.1 "Acción catalítica de los enzimas", en la cual observaban qué pasaba al mezclar agua oxigenada con tres sustratos: arena (no hay reacción), hígado y patata (sí hay reacción). Posteriormente, observan que las reacciones del agua oxigenada con el hígado y la patata se detienen después de un tiempo (dato empírico). A mayores, se les proporciona una hoja informativa sobre el funcionamiento y la cinemática de las enzimas.

Los modelos expresados de estas alumnas los reconstruimos a partir de su discurso, como en el caso de Belén (t.330) *[…] si se acaba antes el sustrato, este de […] del agua, que puede reaccionar con el hígado, y el hígado sigue teniendo enzimas, si echas más agua […] por eso sigue reaccionando*.

Otra componente del grupo que expone una causa de la detención de las reacciones es Beatriz (t.41) *[…] porque se agotó la enzima, entonces podemos echar otra vez eso* [agua oxigenada] *y si vuelve a reaccionar, tengo razón*. En este modelo expresado se aprecia una contradicción y con él no podrá demostrar su hipótesis, ya que, como dice ella, si se acaba el enzima, al añadirle agua oxigenada al otro componente de la reacción, no reaccionará. Para ello, debería añadir el componente que intuye que se agota en la reacción, es decir, el enzima.

El modelo expresado de Beatriz lo aceptan en el grupo para dar respuesta a la pregunta "*¿Por qué paró la reacción con la patata?*", es decir, para determinar las causas de la detención de las reacciones con la muestra de patata. Para respaldar su primer modelo se fundamentan en los datos implícitos en la Act.1, al observar que las reacciones están detenidas y no hay burbujas. Consideramos que es un modelo expresado, en primer lugar, por Beatriz y aceptado por todo el grupo, es decir, es un modelo consensuado, y lo interpretamos a partir de las intervenciones (t.101, t.102 y t.120), que les lleva a exponer su primer modelo que denominamos modelo B_1 "se agotó el enzima", en su razonamiento consideran que la reacción se detiene cuando se terminan los enzimas que contiene la muestra de la patata.

> t.101 Beatriz: *Hipótesiiis, dejóo de reaccionar […]*
>
> t.102 Belén: *Porque see […] agotaron las enzimas de laa […] patata.*
>
> t.120 Beatriz: *Aún así, y si se agotaron las enzimas, entonces se supone que no va a reaccionar.*

Observamos que planifican experimentos para comprobar si el modelo B_1 les sirve para dar una explicación a la detención de las reacciones, o sea, estas alumnas planifican experimentos en los cuales predicen lo que ocurrirá cuando realicen dichos experimentos (t.115.2, t.120 y t.137 - t.138.1).

> t.115.2 Begoña: *[…] Y para comprobarlo echamos más sustrato. […] Yo lo voy echando […] ¡A lo loco!*

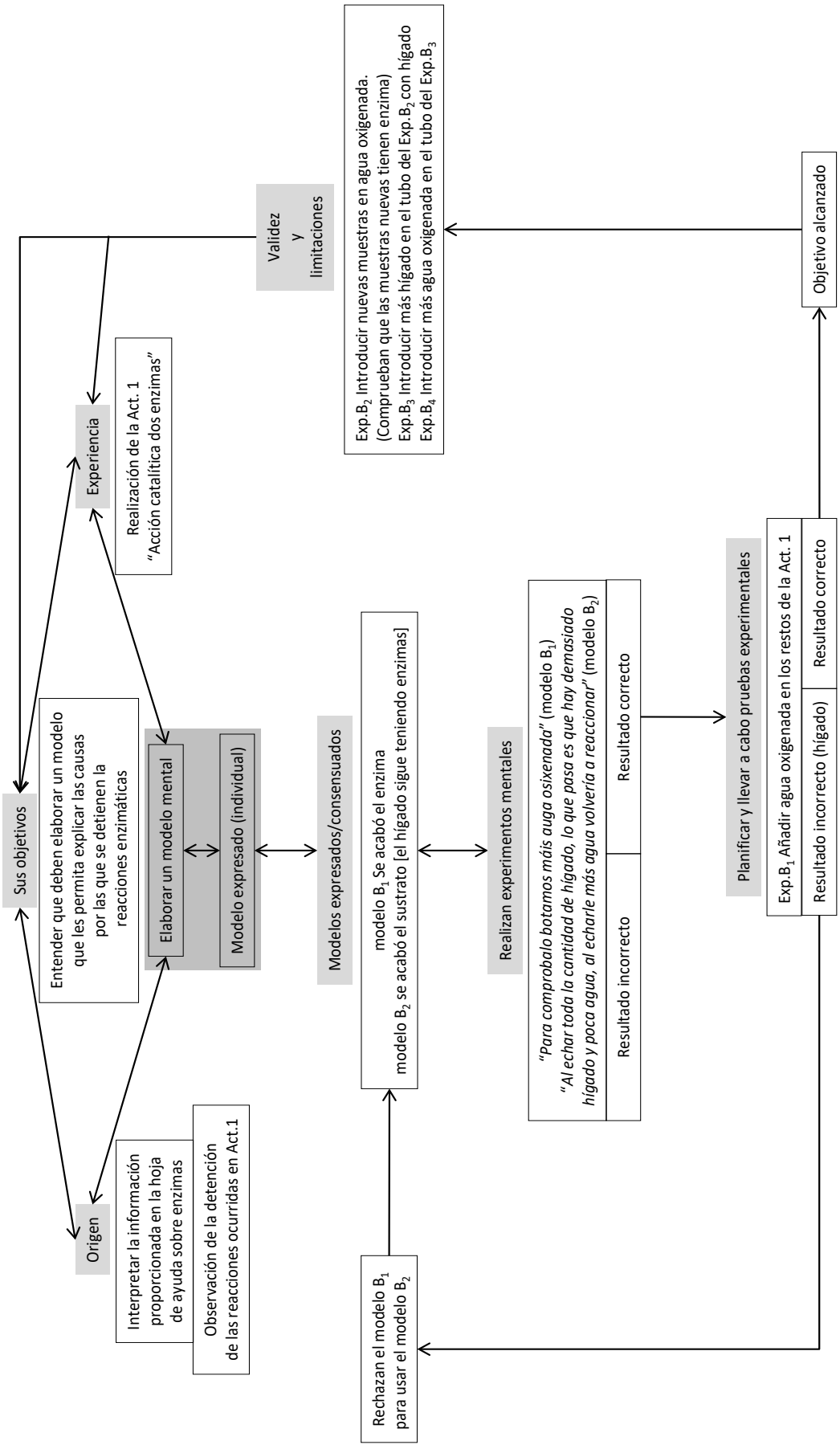


Figura 1: Proceso de modelización del grupo B mientras realizan la actividad.

t.137 Begoña: *Para comprobarlo echamos más agua oxigenada.*

t.138.1 Begoña: *Y si tenemos razón […] la patata no reaccionará.*

A partir de ahí ejecutan los experimentos para corroborar si su modelo B_1 es correcto o no. El experimento (Exp.B_1) consiste en "Añadir agua oxigenada en los restos de la Act.1". Los resultados que obtienen les llevan a aceptar el modelo B_1 "Se acabó el enzima" para la reacción con la patata, ya que al añadir agua oxigenada en el tubo que contiene los productos de la Act.1 con la patata no se produce reacción. Sin embargo, este experimento, en el caso de la reacción con el hígado, les lleva a rechazar el modelo B_1 "se acabó el enzima", ya que al añadir agua oxigenada a los productos de la Act.1 con el hígado se produce reacción. La observación de un resultado incorrecto para el caso del hígado, les lleva rechazar el modelo B_1, y a reelaborar sus modelos mentales, modificando el modelo B_1 en un segundo modelo que denominamos modelo B_2 "se acabó el sustrato" [el hígado sigue teniendo enzima].

Para comprobar si su modelo B_2 les permite explicar la detención de las reacciones realizan un experimento que consiste en replicar la Act.1, esto es, "Introducir nuevas muestras en agua oxigenada" (Exp.B_2). Como ello no les permite obtener datos relevantes, deben realizar dos experimentos paralelos:

Exp.B_3 "Introducir más cantidad de hígado en el tubo del Exp.B_2 con hígado", con el cual pretenden observar qué ocurre cuando introducen toda la muestra de hígado (nueva) en los tubos donde se está produciendo la reacción del Exp.B_2 "Introducir nuevas muestras en agua oxigenada".

Exp.B_4 "Introducir más cantidad agua oxigenada en el tubo del Exp.B_3", para comprobar si vuelve a reaccionar el contenido del tubo, después de realizar el Exp.B_3, introduciendo en él más agua oxigenada (fresca), que ellas denominan 'agua'.

Estos dos experimentos les llevan a validar el modelo B_2 "se acabó el sustrato" [el hígado sigue teniendo enzimas], puesto que consideran que se acaba el sustrato, pero el hígado sigue teniendo enzimas, ya que al añadirle más cantidad de agua oxigenada vuelve a reaccionar.

t.330 Belén: *[…] si se acaba antes el sustrato, este de […] del agua, que puede reaccionar con el hígado, y el hígado sigue teniendo enzimas, si echas más agua […] por eso sigue reaccionando*.

t.340 Beatriz: *O sea […] si le echas más, vuelve a reaccionar (…)*

t.386 Beatriz: *No, […] el hígado viejo al añadirle […] agua reaccionó. Por eso está confirmada nuestra hipótesis*.

Por lo que consideran su objetivo alcanzado. Llegando a la conclusión de que ambos modelos les permiten explicar la detención de las reacciones, es decir, el modelo B_1 "se acabó el enzima", es válido para explicar la detención de la reacción con la patata y el modelo B_2 "se acabó el sustrato" [el hígado sigue teniendo enzimas], para explicar la detención de la reacción con el hígado.

Conclusiones

Consideramos que el proceso de modelización llevado a cabo por los estudiantes les permite modificar su conocimiento y modelo, sobre la interacción enzima-sustrato, porque al elaborar sus modelos los expresan y realizan predicciones con ellos (García-Rodeja Gayoso y Lima de Oliveira, 2012). Observamos en todos los grupos analizados que, partiendo de la experiencia con el objeto a modelar (Act.1) y de aspectos de la realidad usados para la elaboración del modelo, son capaces de construir, conjuntamente, modelos consensuados, para los que realizan experimentos para comprobar sus modelos.

En ese proceso de modelización, en el caso de obtener un resultado que les implique rechazar su modelo, elaboran otro modelo. Por tanto, consideramos que al modificar y/o rechazar sus modelos están modificando su conocimiento (Justi y Gilbert, 2002) de la interacción enzima-sustrato.

Agradecimientos

A los participantes del estudio.

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P, del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

Referencias bibliográficas

Blanco-Anaya, P., Justi, R., y Díaz de Bustamante, J. (2017). Challenges and opportunities in analysing students modelling. *International Journal of Science Education, 39*(3), 377-402.

García-Rodeja Gayoso, I. y Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), 195-218.

Gilbert, J. K., y Justi, R. (2016). Modelling-based teaching in science education. Basel: Springer.

Gilbert. J. K., Boulter, C. J. y Elmer, R. (2000) Positioning models in Science Education and in Design and Technology Education. En: Gilbert J. K. y Buolter, C. J. (eds), *Developing models in Science Education.* Kluwer. Dordrecht, The Netherlands, 3-17.

Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002) Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 369-387.

Mendonça, P. C. C. y Justi, R. (2011). Contributions of the Model of Modelling diagram to the learning of ionic bonding: Analysis of a case study. *Research in Science Education*, 41 (4), 479-503.

Efectividad de dos propuestas de enseñanza sobre la Termodinámica de las reacciones químicas

I. Pereira García y J. M. Domínguez Castiñeiras

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Santiago de Compostela

litargiria@gmail.com

Resumen:

Se estudia la efectividad de dos propuestas de enseñanza (Termoquímica y Termodinámica Química) en la evolución de las formas de pensar y hacer de una muestra de 11 estudiantes de 2º de Bachillerato. Se analizan los esquemas de razonamiento y acción que activaron los alumnos en las actividades de las unidades didácticas, y las competencias que pusieron en juego. El método de análisis del aprendizaje por competencias se creó durante la investigación y se validó a partir del análisis por esquemas. Los resultados (obtenidos de un diseño experimental de tipo pre-test, post-test, post-test) muestran una evolución significativa en los esquemas de razonamiento y acción y en las competencias del alumnado, reflejo de la capacidad de las propuestas para propiciar aprendizaje. Las competencias se revelan como herramientas válidas para constatar el aprendizaje generado.

Palabras clave: Propuesta didáctica; Termoquímica; Termodinámica Química; esquemas de razonamiento y acción; competencias científicas.

Consideraciones generales sobre la investigación

Planteamiento general del estudio

Se presenta el diseño, la elaboración, los resultados y las conclusiones de una investigación encaminada a estudiar la efectividad de dos propuestas de enseñanza (Termoquímica y Termodinámica Química) en la evolución de las formas de pensar y hacer de una muestra de 11 alumnos de 2º de Bachillerato. La investigación condujo a la defensa de la tesis doctoral de la primera autora (Pereira García, 2016). La implementación de las propuestas corrió a cargo del profesor que impartía Química a los alumnos, en 2008-09 en el IES Fernando Esquío (Neda).

Metodología ensayada

La variable independiente del estudio viene dada por la metodología, que se concreta en las propuestas ensayadas. Estas parten del constructivismo social (Vygotsky, 1979) y la metodología "Actividades Abiertas" (Domínguez y Pro, 2006), y articulan un programa de actividades que integra contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, tal que los primeros se construyen sobre el andamiaje de los segundos (Domínguez Castiñeiras, 2000). Las actividades parten de situaciones problemáticas abiertas y significativas que pongan de manifiesto la necesidad de formular y contrastar hipótesis (Díaz y Jiménez, 1999).

El modelo de diseño, planificación y desarrollo que se eligió para elaborar las propuestas consta de cinco etapas (Sánchez y Valcárcel, 1993; Domínguez Castiñeiras, 2007). Las secuencias de

actividades (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2011) se estructuran según las fases de exploración, indagación y aplicación de Ollerenshaw y Ritchie (1997). Los materiales didácticos de referencia, cuaderno de trabajo y material de estudio para los alumnos, son los guiones de trabajo (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2010).

Las actividades deben ofrecer oportunidades para que los estudiantes identifiquen sus propias ideas, sean conscientes de las de sus compañeros y las de la ciencia escolar, y valoren la utilidad y limitaciones de las distintas perspectivas. Para ello recomendamos organizar un clima de debate mediante el trabajo en pequeños grupos (Domínguez Castiñeiras, 2007) en un ambiente favorable a la argumentación.

Diseño experimental y métodos de análisis del aprendizaje

El diseño experimental incluye un pre-test, que se aplicó después de acomodación a la metodología (al término de la UD "Termoquímica"), y dos post-tests: uno, justo después de la UD "Termodinámica Química"; el otro, dos meses posterior. El contraste entre post-tests permitió comprobar qué conocimientos permanecieron estables durante el tiempo suficiente para considerar que son resultado de aprendizaje significativo. También se realizó un seguimiento de la implementación de las UDs.

La efectividad de las propuestas para promover aprendizaje significativo se examinó por dos métodos de análisis:

Análisis del aprendizaje por esquemas de razonamiento y acción

Se determinaron y evaluaron los esquemas de razonamiento y de acción que activaron los alumnos cuando resolvieron las actividades y pruebas (Domínguez Castiñeiras, 2007).

Los esquemas de razonamiento y acción, basados en la teoría de los esquemas (Rumelhart y Ortony, 1982), se utilizaron para planificar las propuestas (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2010) y diseñar una estrategia de evaluación (Domínguez y de Pro Bueno, 2005).

El conocimiento objeto de aprendizaje se representó en 5 esquemas de razonamiento y 4 esquemas de acción referenciales de la ciencia escolar (Pereira García, 2016). Los esquemas de los alumnos se reconstruyeron sobre los referenciales (Domínguez Castiñeiras, 2000), a partir de los razonamientos argumentativos y acciones que aparecieron con regularidad en el discurso oral o escrito de los estudiantes.

Los esquemas idiosincrásicos se categorizaron en niveles que dieron una idea de la proximidad entre las estructuras de pensamiento de los estudiantes y las de la ciencia escolar. Comparando los esquemas correspondientes a distintas situaciones se estimó cuándo y hasta qué punto se produjo una evolución significativa del conocimiento.

Análisis del aprendizaje por competencias

El método de análisis del aprendizaje por competencias se diseñó en el marco de la investigación y se validó a partir del análisis por esquemas de razonamiento y acción.

A medida que resolvían las actividades y pruebas, los alumnos demostraron sus competencias, o capacidades de utilizar conocimientos conceptuales, consolidar destrezas y estrategias y adoptar actitudes (Cañas, Martín-Díaz, y Nieda, 2007). Las competencias idiosincrásicas se evaluaron por comparación con las referenciales de la ciencia escolar, diseñadas por los investigadores teniendo en cuenta el currículum (MEC, 2007; XUGA, 2008) y la literatura en la didáctica del área (OCDE, 2006; Pro, 2007; Arnau, 2009). La competencia científica se descompuso en capacidades o elementos de la competencia (ECs). La movilización del conocimiento se estudió con 2 indica-

dores de la competencia, IC, cada uno en función de 4 factores de competencia (fcs) mediante los que se define el valor numérico que toma el IC en cada unidad de análisis o EC. Los IC se calcularon como la suma de los fcs correspondientes para el total de los ECs (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2012).

El indicador IC1, potencialidad interpretativa del conocimiento científico, se refiere a características ontológicas y epistemológicas del conocimiento, desglosadas en 4 fcs: el dominio de representación (Johnstone, 1982); el modelo científico; la categoría ontológica (Chi, Slotta y De Leeuw, 1994); y la operación epistémica (Díaz y Jiménez, 1999).

Con IC2, o potencialidad de activación del conocimiento, se comprobó hasta qué punto influyó la naturaleza y el contexto de las actividades y pruebas en la activación del conocimiento. IC2 se desglosa en 4 fcs: la importancia de las ECs en la resolución de la tarea, el número de tareas que invierten los estudiantes en utilizar los nuevos conocimientos, la explicitación de las ideas en el enunciado, y la calidad y variedad de las fuentes de información.

Se diseñó un noveno fc (el fc🗝) que hace referencia a las etapas de investigación científica, desde la formulación de hipótesis hasta su contraste. Con fc🗝 se pretende estudiar en qué etapas tienden a presentarse dificultades de comprensión o un menor desarrollo de habilidades, teniendo en cuenta la naturaleza del conocimiento que se pone en juego y el perfil de la tarea.

Los aspectos actitudinales se evaluaron en función de la participación en los debates en pequeño y gran grupo y el desempeño en el trabajo.

Para cada actividad o prueba se establecieron dos valores de puntuaciones referenciales (VRC): el VRC bajo corresponde a la movilización de los ECs necesarios para resolver la tarea de manera adecuada pero escueta; el VRC alto corresponde a una resolución eficiente. El espacio de puntuaciones definido por los VRC permitió establecer 5 zonas de nivel de competencia (NC) en función de la cercanía a las ideas científicas.

Los NC de los alumnos se midieron con respecto a los VRC. El desplazamiento entre NCs en el tiempo indicó la evolución del conocimiento con respecto a la que se esperaba.

Resultados de la investigación

Al comienzo de la aplicación de la metodología, los conocimientos de los estudiantes eran poco adecuados e insuficientemente estructurados. Las propuestas didácticas ensayadas propiciaron cambios significativos en los esquemas de razonamiento y acción y las competencias que demostraron los alumnos al describir, explicar y predecir situaciones, hechos y fenómenos relacionados con procesos termodinámicos.

Las ideas de la ciencia escolar que tuvieron más repercusión en las interpretaciones de los alumnos a largo plazo se refieren a:

- la identificación y la descripción de los sistemas utilizando variables termodinámicas
- las transferencias de energía, con el afianzamiento de las ideas científicas en la mitad de la muestra
- el modelo corpuscular, sobre todo para estudiar los aspectos entrópicos de los procesos; aunque se observó vinculación entre la entropía y el "desorden", este se relacionó con *T*, lo cual indica una conexión entre *S* y la energía de las partículas
- la expresión y la sistematización de ideas mediante el lenguaje científico
- la superación de la confusión entre proceso físico y químico, la construcción de un modelo cinético molecular y de la conservación de la materia en las reacciones químicas

Algunas dificultades persistieron o reaparecieron dos meses después de la intervención:

- no se adoptó un criterio de signos para ΔH
- algunos alumnos utilizaban ΔT para describir la exotermia o endotermia de procesos
- el control de más de una variable y los procesos regresivos seguían siendo un reto
- ideas alternativas que vinculan la espontaneidad a la *T* ambiente, la dispersión de energía o la pérdida de la estructura inicial
- dificultades en la aplicación de las operaciones aritméticas básicas, en la traducción de ideas al lenguaje matemático y en la conceptualización de los números negativos, las unidades de medida y el carácter extensivo de la masa y el número de mol

Ni el sexo de los estudiantes ni la condición de repetidora de una alumna influyeron de manera decisiva en el aprendizaje.

En general, la mayoría de los alumnos mostraban una baja capacidad de autorregulación y una metacognición pobre. Pero los principales obstáculos que se detectaron son de tipo axiológico, y tienen que ver con actitudes indiferentes o mercantilistas hacia el aprendizaje, hasta el punto de que se produjo la muerte muestral de cuatro de los once estudiantes, que abandonaron el estudio de varias materias, entre ellas la Química. Este absentismo se debe a un rechazo al aprendizaje y al contexto escolar.

Un logro muy destacado de la metodología fue el avance significativo en la capacidad de trabajo de los estudiantes. La mejoría en los aspectos procedimentales animó a Rodrigo, el profesor, a hacer suyas algunas innovaciones de la investigación.

Conclusiones

Las conclusiones de este estudio deben entenderse en el marco de un estudio de caso con una muestra de dimensiones reducidas que excluye toda posibilidad de generalizar los resultados.

Los resultados muestran una evolución significativa en los esquemas de razonamiento y acción y en las competencias del alumnado, reflejo de la capacidad de las propuestas para propiciar aprendizaje.

El método de evaluación del aprendizaje por competencias se analizó por comparación cualitativa con respecto al análisis por esquemas. Se concluyó que ambos arrojan resultados coincidentes. Además, se demostró su utilidad en la evaluación de la eficacia de las distintas actividades en la generación de conocimiento (Pereira García, 2016).

Agradecimientos

Al Ministerio de Economía y Competitividad el proyecto EDU2015-66643-C2-2-P.

Referencias bibliográficas

Arnau, L. (2009). La complejidad de la evaluación de competencias. *Aula de Innovación Educativa*, 180, 33-36.

Cañas, A.; Martín-Díaz, M. y Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Ed.

Chi, M. T.; Slotta, J. y deLeeuw, W. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, *4*(1), 27-43. DOI

Díaz, J. y Jiménez, M. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique*, 20, 9-16.

Domínguez Castiñeiras, J. M. (2000). *Evolución de las formas de hacer y de pensar sobre un sistema material, en el marco de la termodinámica y del modelo de partículas. Estudio mediante esquemas de acción y de razonamiento* (Tesis Doctoral). Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC.

Domínguez Castiñeiras, J. M. y de Pro Bueno, A. (2005). Estrategia para evaluar la evolución del conocimiento del alumnado: esquemas de pensamiento (razonamiento y acción). *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 1-5. URL

Domínguez Castiñeiras, J. M. y de Pro Bueno, A. (2006). A Metodoloxía AcAb. Unha proposta didáctica para o ensino-aprendizaxe das Ciencias. En Díaz, J. y Jiménez, M. P. (Eds.) *Perspectivas sobre a aprendizaxe das Ciencias e das Matemáticas*. Santiago de Compostela: Tórculo Ed.

Domínguez Castiñeiras, J. M. (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.

Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, *64*(227), 377-379.

MEC (2007). RD 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Madrid: *BOE* 6/11, nº. 266.

OCDE (2006). PISA 2006. *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana, MEC.

Ollerenshaw, C. H. y Ritchie, R. (1997). *Primary Science. Making it work*. Londres: David Fulton Publishers.

Pereira García, I. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2010). Evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en Bachillerato, pp. 442-459. En: A. M. Abril y A. Quesada (Eds.). *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Baeza (Jaén). URL

Pereira García, I. y Domínguez Castiñeiras, J. (2011). La termodinámica de las reacciones químicas. En: Rocha, A.; García de Cajén, S. y Domínguez Castiñeiras, J. (Comp.). *Materiales didácticos para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en Secundaria y Bachillerato*. Tandil, Argentina: Servicio de Publicaciones UNCPBA.

Pereira García, I. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2012). Desarrollo de competencias científicas durante la implementación de una propuesta didáctica sobre Termoquímica en Bachillerato, pp. 525-533. En: Domínguez Castiñeiras, J. M. (Ed.). *Actas de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Santiago de Compostela. URL

Pereira García, I. (2016). *Enseñanza de la Termodinámica Química en el Bachillerato. Diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica* (Tesis Doctoral). Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC.

Pro, A. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique*, 53, 10-21.

Rumelhart, D. E. y Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, *5*(19-20), 115-118. DOI

Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, *11*(1), 33-44. URL

Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

XUGA (2008). Decreto 126/2008, de 19 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de Bachillerato en la CCAA de Galicia. Santiago de Compostela: DOG, 23/6, nº. 120.

Propuesta didáctica para la promoción de la competencia científica en un contexto de cuestión socio-científica: ¿Qué opinan los estudiantes universitarios de Química Inorgánica?

María B. Manfredi, René O. Güemes y Claudia B. Falicoff

Departamento de Química. Cátedra de Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe. Argentina

mariabelenmanfredi@gmail.com

Resumen:

Se exponen los resultados parciales de una investigación más amplia realizada en el marco del proyecto CAI + D 2016,50120150100040LI. El objetivo es describir una propuesta didáctica que promociona la competencia científica en un contexto socio-científico (uso de nitratos y nitritos en productos cárnicos) y caracterizar las opiniones de los estudiantes de Química Inorgánica respecto a la misma. Mediante esta propuesta y la administración de una encuesta de opinión, especialmente diseñada para el alumnado universitario de Química Inorgánica (n=62), se logró poner de manifiesto la importancia de la Química como una herramienta para resolver cuestiones socio-científicas y de la vida diaria. Como dato relevante se menciona la gran aceptación de los estudiantes para trabajar con este tipo de actividades.

Palabras clave: Cuestiones socio-científicas; Competencia científica; Propuesta didáctica; Química Inorgánica.

Introducción

Cuestiones socio-científicas

Las cuestiones socio-científicas (CSC), implican el uso deliberado de los temas científicos que exigen a los estudiantes participar en el diálogo, la discusión y el debate. Las CSC son un recurso tanto en la investigación didáctica como en las clases de ciencias.

Dos supuestos básicos del marco de CSC proporcionan una justificación y dirección para el proceso de enseñanza y aprendizaje desde este enfoque: la selección de escenarios morales y éticos relacionados con cuestiones personales y sociales significativas de los estudiantes y la argumentación contextualizada, que requiera el uso de la evidencia basada en el razonamiento, en la educación científica. (Sadler, 2004; Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler & Sadler, 2008)

Competencia científica

El uso del término "competencia científica", pone de relieve la importancia de la aplicación de los conocimientos científicos en el contexto de situaciones de la vida real.

> "La competencia científica es la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo. De este modo, una persona con conocimientos científicos estará dispuesta a participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología si pone en juego las siguientes competencias:

> **- Explicar fenómenos científicamente**: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos.
> **- Interpretar datos y pruebas científicamente**: analizar y evaluar datos, alegaciones y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas adecuadas.
> **- Evaluar y diseñar la investigación científica**: describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar científicamente las cuestiones." (OCDE, 2017, p. 96)

Sin duda, muchos de los desafíos del siglo XXI requerirán soluciones innovadoras basadas en el pensamiento científico y en los descubrimientos científicos. A este respecto, las competencias mencionadas anteriormente serán fundamentales para el aprendizaje de las ciencias de un estudiante que luego pretenda devenir en un profesional con claro pensamiento crítico. Se entiende este, como el pensamiento necesario para que las personas estructuren una manera de pensar propia, capaz de tomar posiciones frente a las situaciones sociales que viven y para tener un papel activo en las decisiones culturales y científicas (Solbes y Torres, 2012).

Competencia Científica y Cuestiones Socio-Científicas

De lo indicado hasta aquí se deriva la importancia que han adquirido las CSC y la competencia científica en los nuevos *curricula*. Atendiendo a las consideraciones anteriores, plantear las CSC como estrategia didáctica para el desarrollo de la competencia científica, permitiría a los estudiantes estructurar su pensamiento crítico y desarrollar una manera de pensar propia, así como tomar posiciones y decisiones frente a situaciones sociales, culturales y científicas. Al mismo tiempo, supone un recurso inestimable para los docentes que contribuye al desarrollo de las buenas prácticas profesionales.

Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- Presentar una propuesta didáctica que promociona la competencia científica en un contexto socio-científico: el uso de nitratos y nitritos en productos cárnicos.

- Caracterizar las opiniones que tienen un grupo de estudiantes de Química Inorgánica (QI) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina, respecto a dicha propuesta.

Metodología

Este estudio utiliza un diseño no experimental, descriptivo, mediante encuesta, con un enfoque metodológico cuali-cuantitativo.

Sujetos y características de la muestra

Se estudió una muestra intencional de 62 estudiantes, seleccionados del total que cursaron la asignatura QI de la FBCB, durante el segundo cuatrimestre de 2017. El alumnado de primer año universitario pertenece a las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología y han adquirido conocimiento previo sobre los no metales del grupo 15 de la Tabla periódica de los elementos, durante el desarrollo de los contenidos de QI.

Instrumentos para la recolección de la información

En una primera instancia se desarrolló la propuesta didáctica que se presenta en el Anexo 1. Propuesta didáctica - Nitritos y nitratos. En un segundo momento se aplicó una encuesta de opinión, mediante un cuestionario *ad hoc* el cual se expone en el Anexo 2 - Encuesta de opinión. Ambos instrumentos se describen en el siguiente apartado.

• **Propuesta didáctica** (Anexo 1. Propuesta didáctica- Nitritos y nitratos)

En el marco del programa vigente de la asignatura QI se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de los no metales del grupo 15 de la Tabla periódica de los elementos. Se enfatiza la participación activa del alumnado, a partir de un material elaborado *ad hoc*, sobre tópicos del contenido: nitratos y nitritos como aditivos autorizados en productos cárnicos. Su necesidad tecnológica se fundamenta en las propiedades antimicrobianas, estabilizante del color rojo característico de la carne curada y su efecto antioxidante. Los nitratos no tienen efectos nocivos para los seres humanos a menos que sean ingeridos en grandes cantidades o que sean transformados a nitritos por acción de las bacterias digestivas. Los nitritos, por otro lado, pueden generar anoxia debido a la formación de metahemoglobina a partir de la oxihemoglobina. Sin embargo, el riesgo más importante es la posibilidad de que éstos actúen como precursores en la formación de nitrosaminas carcinógenas. Es posible, entonces, comprender la controversia surgida en los últimos años en relación a la conveniencia del empleo de estos aditivos.

La propuesta se inserta dentro de un contexto de salud y medio ambiente y consta de seis actividades: tres previas y tres posteriores a la lectura del material bibliográfico. La estrategia didáctica, fue diseñada procurando que la misma propicie a los estudiantes la posibilidad de *comprender* y *decidir* según lo propuesto en Domènech-Casal (2017). Se espera que, a partir del trabajo, los alumnos puedan analizar y evaluar la información científica incluida en la bibliografía suministrada por los docentes, sacando conclusiones apropiadas respecto de lo que serían ventajas y desventajas en el uso de nitritos y nitratos en los productos cárnicos. Esta propuesta tuvo por finalidad ayudar a los estudiantes a desarrollar la competencia científica según OECD (2015). Más específicamente, las actividades de la misma están enfocadas a promover las siguientes acciones:

- Interpretar datos y pruebas científicamente. Demostrando su capacidad de: Transformar los datos de una representación a otra; Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas; Identificar puntos de partida, pruebas y razonamientos en textos científicos; Distinguir entre argumentos basados en pruebas científicas y teoría y aquéllos basados en otras consideraciones; Evaluar argumentos y pruebas científicas procedentes de distintas fuentes (p.e., periódicos, Internet, revistas especializadas).
- Reconocer, evaluar y ofrecer explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos demostrando su habilidad para: Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado; Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones; Ofrecer hipótesis explicativas; Explicar las implicaciones potenciales del conocimiento científico para la sociedad.

• **Encuesta de opinión** (Anexo 2 - Encuesta de opinión)

Se elaboró un cuestionario con dieciséis ítems formulados para conocer las opiniones de los alumnos sobre los siguientes aspectos: cuestiones relacionadas con la guía de actividades, el trabajo en grupo, el aprendizaje propiciado por la actividad, el tema abordado y la relación con el docente. Las doce primeras variables, fueron valoradas a través de respuestas cerradas con cinco alternativas de elección (del tipo Likert) encaminadas a medir el nivel de acuerdo con el enunciado: Muy de acuerdo (MA); De acuerdo (A); Ni acuerdo ni desacuerdo (NA-ND); En desacuerdo (D) y Muy en desacuerdo (MD). En el ítem trece, se propone al alumnado que indique las competencia/s, de las anteriormente citadas, según OECD (2015), que les permitieron la realización de la actividad. El ítem catorce consulta acerca de las oportunidades de participación que brindó el docente en la clase de cierre (debate/discusión). En la consigna quince, se propone a los estudiantes que realicen una valoración sobre el tiempo dedicado a la actividad. Por último, en el ítem dieciséis, de respuesta abierta, se anima al alumnado a escribir alguna sugerencia o comentario sobre la actividad, o próximos temas que le gustaría abordar.

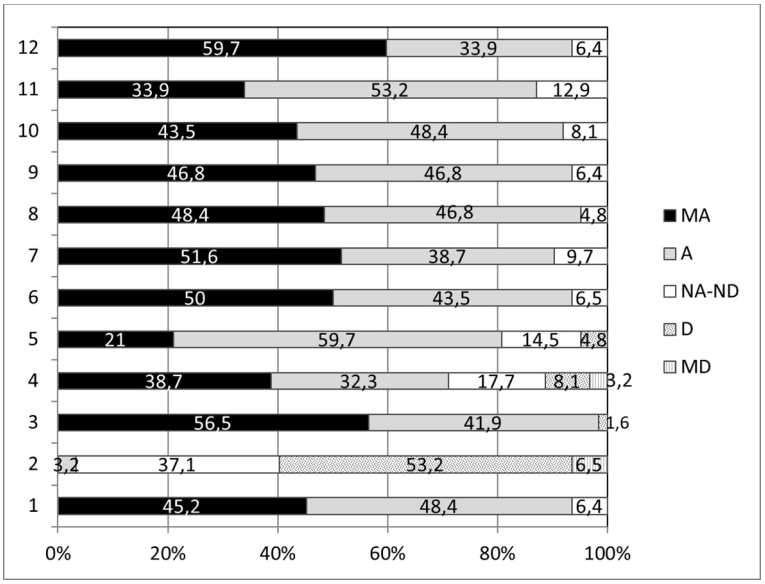
Este trabajo presenta el análisis de los datos provenientes de este último instrumento.

Instrumento de análisis de la información

Luego del análisis de las respuestas emitidas por los estudiantes se procedió al cálculo de los porcentajes, con el programa estadístico Microsoft Excel, para cada enunciado y cada escala, respectivamente.

Resultados

En la Gráfica N° 1. Porcentajes en las respuestas a los ítems 1 al 12, se resumen los valores obtenidos de la encuesta de opinión.



Gráfica N° 1. Porcentajes en las respuestas a los ítems 1 al 12.

En los ítems 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se destaca que el nivel de acuerdo con las cuestiones positivas del trabajo supera el 70%. Mientras que, en el ítem 2, aproximadamente el 60% de los estudiantes están en desacuerdo con la idea de que la guía fue difícil de resolver, aunque el 37% de ellos no está ni de acuerdo ni en desacuerdo con dicha afirmación.

Las opiniones de los estudiantes acerca de la competencia trabajada con la actividad propuesta, consultada en el ítem 13, se resumen en la Tabla N°1. Porcentaje de estudiantes. Opinión de competencias trabajadas. Ítem 13.

Tabla N°1. Porcentaje de estudiantes. Opinión de competencias trabajadas. Ítem 13.

Competencia trabajada	Porcentaje de estudiantes que seleccionaron dicha opción (*)
Transformar datos de una representación a otra	32,26%
Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas	88,71%
Identificar puntos de partida, pruebas y razonamientos en textos científicos	51,61%
Distinguir entre argumentos basados en pruebas científicas y teoría y aquéllos basados en otras consideraciones	58,06%
Evaluar argumentos y pruebas científicas procedentes de distintas fuentes (por ej.: periódicos, Internet, revistas especializadas).	70,97%
(*) Los porcentajes no son acumulativos debido a que los estudiantes podían marcar más de una opción.	

Respecto al ítem 14, donde se les consultó acerca de la clase de cierre (discusión/debate), la mayoría de los estudiantes (98,4%) considera que el docente brindó muchas posibilidades para discutir con todo el grupo las diferentes posturas de los distintos estudiantes con respecto al tema. Solo el 1,6 % consideró que las oportunidades brindadas fueron escasas.

En el ítem 15, relacionado con el tiempo dedicado al desarrollo de las actividades, el 98,4% de los estudiantes considera que el mismo fue apropiado, mientras que el 1,6% entiende que fue excesivo.

Entre las citas de los estudiantes que decidieron dejar sugerencias para próximas actividades de este tipo (ítem 16), se podrían destacar las siguientes: "me gustaría que tengamos la posibilidad de realizar trabajos prácticos de esta forma con los elementos más importantes y/o destacados para poder visualizar más a cada uno en la realidad" y "sería interesante poder trabajar con elementos significativos y de uso en el laboratorio y relacionarlos a la vida cotidiana". Algunos de los comentarios más representativos del alumnado podrían ser: "poder reemplazar los exámenes en clases por más trabajos prácticos ya que me pareció más útil y me ayudó más a comprender el tema, y relacionarlo con la vida cotidiana" y "me gusta trabajar con este tipo de actividades ya que te dejan ver de forma más clara la relación de la química con nuestra vida cotidiana, además está bueno fomentar el trabajo grupal".

Conclusiones

Es posible concluir que una amplia mayoría de los estudiantes valora positivamente la propuesta didáctica, por ejemplo: el desarrollo de la competencia científica; las oportunidades brindadas por la guía de actividades en cuanto a estimular el razonamiento y relacionar conceptos; el trabajo en grupo como forma de propiciar el aprendizaje; las posibilidades brindadas por el docente; el vínculo docente-estudiante y el canal de comunicación elegido. Además, el alumnado está de acuerdo con la idea que el trabajo propuesto les permitió ver a la Química como una herramienta para resolver problemáticas sociales y que dicha actividad les facilitó tomar postura respecto al uso de nitratos y nitritos en los alimentos. Por otra parte, también existe un acuerdo, casi generalizado, con que la cuestión socio-científica abordada es importante para su formación y compromiso social.

Los resultados obtenidos coinciden con los esperados en el trabajo de Quiroga y Verano (2014). A partir del análisis de una cuestión socio-científica sobre el uso de nitratos y nitritos en productos cárnicos se favorece el pensamiento crítico. Para una participación comprometida en la sociedad, los futuros profesionales, tendrán que ser conocedores de la ciencia y altamente competentes, con una profunda comprensión de la naturaleza de la ciencia, de sus limitaciones y las consecuencias de su aplicación.

Agradecimientos

Al proyecto "Desarrollo de la competencia científica en química mediante cuestiones socio-científicas como estrategia didáctica". CAI + D 2016, 50120150100040LI Universidad Nacional del Litoral. Argentina.

Referencias bibliográficas

Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601-620. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/19510

OECD. (2015). *PISA 2015 Draft Science Framework.* Recuperado *de:* http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

OCDE (2017), *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo*: *Lectura, matemáticas y ciencias,* Versión preliminar, OECD Publishing, Paris.

Quiroga, K. y Verano, S. (2014). Las carnes curadas: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico en docentes en formación inicial. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis, Número Extraordinario,* 43-49.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93.

Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.

Ventanas, S.; Martín, D.; Estévez, M. Y Ruiz, J. (2004). Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos (I). *Eurocarne*, 129,1-15.

Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2008). Social and ethical issues in science education: A prelude to action. *Science & Education*, 17(8,9), 799-803. (Guest Editors for Special Issue on Socio-Ethical Issues in Science Education).

Comprensión de estudiantes de bachillerato y de profesorado sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis del caso histórico de "Rosalind Franklin y la estructura del ADN"

Mª del Mar Aragón-Méndez[1], José Antonio Acevedo-Díaz[2] y Antonio García-Carmona[3]

[1]Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz.
[2]Inspector de Educación jubilado, Huelva, España.
[3]Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla.

mariadelmar.aragon@uca.es

Resumen:

Se presenta un estudio cualitativo comparativo del aprendizaje logrado por estudiantes de profesorado de biología y geología (estudiantes MAES) y estudiantes de segundo de bachillerato (estudiantes BAC) sobre naturaleza de la ciencia (NDC), empleando como recurso una narración del caso histórico de "Rosalind Franklin y la estructura molecular del ADN". La actividad se implementó con un enfoque explícito y reflexivo en ambos casos. Los resultados globales revelan que los dos colectivos de estudiantes alcanzaron una mejoría notable en la comprensión de los aspectos de NDC tratados, lo que pone de manifiesto el potencial didáctico de la actividad para aprender sobre NDC. No obstante, también reflejan algunas diferencias cualitativas entre los estudiantes MAES y los estudiantes BAC.

Palabras clave: ADN; bachillerato; formación inicial del profesorado; historia de la ciencia; naturaleza de la ciencia.

Objetivo

El propósito de esta comunicación es presentar los resultados comparativos de una actividad, implementada con estudiantes de bachillerato y de profesorado, para aprender sobre naturaleza de la ciencia (NDC) a partir del análisis del caso histórico de "Rosalind Franklin y la estructura del ADN" (Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017a).

Marco teórico

La posición que adoptamos sobre qué enseñar de NDC se basa en una perspectiva holística y coherente con la complejidad de la construcción del conocimiento científico (Acevedo y García-Carmona, 2016a; Allchin, 2011; Dagher y Erduran, 2016, entre otros). Esta perspectiva incluye aspectos epistémicos de la NDC, relativos al conocimiento científico producido y a los procesos de indagación científica, así como aspectos no-epistémicos internos y externos a la comunidad científica (es decir, sociología interna y externa de la ciencia). El enfoque que seguimos sobre cómo enseñar NDC es explícito y reflexivo, en el que la NDC se incluye de forma planificada como contenido curricular específico, y se plantea a los estudiantes mediante cuestiones para su análisis crítico-reflexivo. A fin de abordar los diversos aspectos de NDC, epistémicos y no-epistémicos,

con este enfoque utilizamos como contexto la historia de la ciencia (HDC), empleando textos con narraciones de controversias científicas elaborados por los autores de esta comunicación (Acevedo y García-Carmona, 2017; Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón-Méndez, 2017b).

Metodología

Contexto académico y descripción de la propuesta de enseñanza

La actividad se implementó en la especialidad de Biología y Geología del Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria (MAES), impartido en la Universidad de Cádiz, y en una asignatura de 2º de Bachillerato, de libre configuración, denominada "Investigación científica" (2 horas semanales), de un instituto de Educación Secundaria de Cádiz, que acoge a una población de perfil sociocultural medio. Participaron, respectivamente, 17 estudiantes del MAES (estudiantes MAES, en lo sucesivo) y 14 estudiantes de bachillerato (estudiantes BAC, en adelante).

En la actividad se emplea como recurso la lectura del texto de una narración de la controversia sobre el papel de Rosalind Franklin en la elucidación de la estructura molecular del ADN (Acevedo y García-Carmona, 2016b). Esta narración incluye palabras de algunos de los científicos implicados, con el fin de acentuar el lado humano de la ciencia y añadir autenticidad a las ideas de NDC que ilustran (Clough, 2011). Asimismo, se acompaña con notas a pie de página que ofrecen detalles para situar la controversia en su contexto histórico-social, así como algunas informaciones adicionales en aras de facilitar su comprensión.

En ambos niveles, los estudiantes se organizaron en grupos pequeños de trabajo para el desarrollo de la actividad. Esta se implementó en tres sesiones de 1,5 h en el MAES y en cuatro sesiones de 1 h en BAC, estructuradas en tres fases: (1) lectura del relato de la controversia de HDC y respuestas a cuatro cuestiones de NDC (tabla 1), a partir de la reflexión y discusión entre los miembros de cada grupo, que se redactaron en un informe; (2) sesión con el grupo-clase, dirigida por la educadora, para que los grupos compartieran y debatieran sus respuestas iniciales; y (3) conclusiones finales de los grupos tras la sesión anterior, que se concretaron en la revisión, ampliación y/o reelaboración de sus respuestas iniciales. Las respuestas finales también se registraron por los grupos en sus informes, que entregaron a la educadora para su evaluación.

Tabla 1. Cuestiones propuestas sobre aspectos de NDC para reflexionar a partir de la lectura de la controversia sobre el papel de Rosalind Franklin en la elucidación de la estructura molecular del ADN

C1. Es frecuente leer la expresión "el método científico" como un proceso universal en etapas para la construcción del conocimiento científico. ¿Crees que esto es adecuado? Razónalo.
C2. ¿Crees que los objetivos de la investigación sobre el ADN eran los mismos para todos los científicos implicados? Explícalo.
C3. ¿Cuáles crees que son las principales fortalezas del modelo del ADN de Watson y Crick? Justifícalo.
C4. ¿Qué factores epistémicos y no-epistémicos crees que pudieron influir para que Rosalind Franklin no fuera la primera en dilucidar la estructura del ADN?

Instrumentos de análisis de datos y evaluación

Respecto a la evaluación de aprendizajes sobre NDC, nos alineamos con Allchin (2011), que propone un enfoque contextual mediante el análisis interpretativo de casos actuales e históricos de la ciencia. Por tanto, la metodología de evaluación de los aspectos de NDC abordados con la actividad presenta las características siguientes: (1) es cualitativa; (2) está contextualizada en una controversia de HDC; (3) es interpretativa a partir de los informes producidos por los estudiantes; y (4) se analiza mediante rúbricas.

Para la evaluación de las respuestas a cada una de las cuestiones de la tabla 1, se estableció una escala de progresión que permitiera el análisis del nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Se decidieron 5 niveles, de 0 a 4, correspondiendo el máximo aprendizaje a conseguir al nivel 4. Los descriptores que definen el nivel máximo se establecieron tomando como punto de partida el texto de la narración de HDC, los puntos de vista actuales sobre la NDC, y la información proporcionada por las respuestas de los grupos. Estos descriptores se modificaron y reestructuraron varias veces hasta ser consensuados por los autores de este trabajo. Los diferentes niveles de progresión y los descriptores correspondientes se recogieron posteriormente en una rúbrica de evaluación. Como ejemplo, se muestra la parte correspondiente a la segunda cuestión (tabla 2).

Tabla 2. Rúbrica de evaluación de la segunda cuestión

C2. ¿Crees que los objetivos de la investigación sobre el ADN eran los mismos para todos los científicos implicados? Explícalo.				
Nivel 4 (máximo)	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señalan tres de las razones siguientes: 1) Se explica el objetivo de Franklin. 2) Se explica el objetivo Watson y Crick. 3) Se relacionan los objetivos con la formación de los científicos. 4) Se relacionan los objetivos con las metodologías empleadas. 5) Se relacionan los objetivos con las prioridades de los centros de investigación.	Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señalan dos de las razones anteriores.	Se explica que los objetivos eran diferentes, y en la explicación se señala una de las razones anteriores.	Se explica que los objetivos eran diferentes, pero no se aportan argumentos válidos.	No se identifican diferencias significativas entre los objetivos.

La asignación de niveles de aprendizaje de las respuestas de los grupos se hizo mediante un proceso iterativo inter- e intra-evaluadores por los tres autores del estudio. Los acuerdos alcanzados oscilaron entre el 81% y el 94%. Los pocos casos que quedaron sin acuerdo se resolvieron por mayoría de evaluadores (2 *vs*. 1).

Resultados

Los niveles obtenidos por los grupos de estudiantes MAES y BAC, en la fase inicial y en la final, se muestran respectivamente en las figuras 1 y 2.

El análisis global y comparativo de los resultados obtenidos por los estudiantes MAES y BAC permite establecer lo siguiente:

1. Tras la lectura inicial de la controversia, y la discusión crítico-reflexiva en los grupos pequeños, la comprensión de los aspectos de NDC tratados fue moderadamente baja (figuras 1 y 2), pero un poco mejor en los estudiantes MAES que en los estudiantes BAC.

2. Los resultados finales alcanzados fueron bastante buenos, tanto por los estudiantes MAES como por los estudiantes BAC, sobre todo si se tiene en cuenta que se trata de una intervención de duración corta. Asimismo, cabe resaltar que en ambos casos la mayoría de los grupos alcanzó el nivel máximo posible.

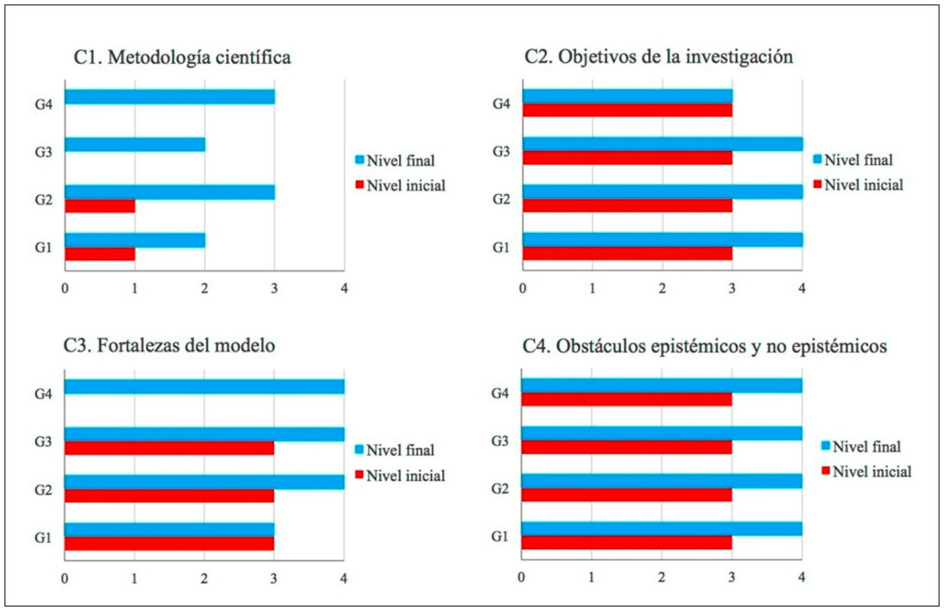


Figura 1. Evolución de niveles de aprendizaje de los estudiantes MAES para los aspectos de NDC abordados.

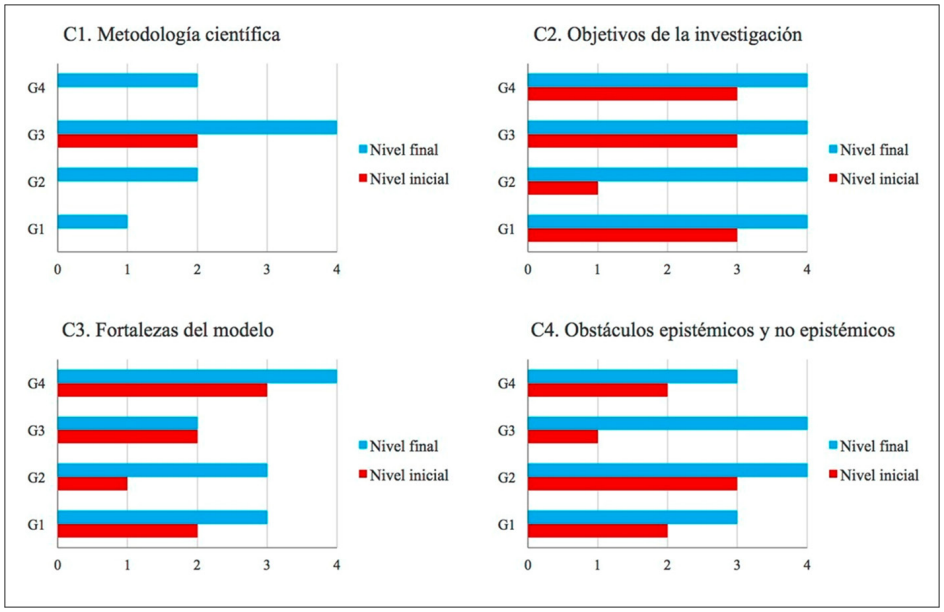


Figura 2. Evolución de niveles de aprendizaje de los estudiantes BAC para los aspectos de NDC abordados.

3. En la obtención de estos resultados, hay que resaltar la influencia notable que tuvo la sesión con el grupo-clase, en la que se debatieron las ideas de los grupos plasmadas en los informes iniciales. Como en otras controversias de HDC para aprender aspectos de NDC, que hemos implementado, el papel de la educadora durante esta sesión resultó ser clave.

4. Hubo algunas diferencias entre los estudiantes MAES y BAC en cuanto al número de descriptores de la rúbrica empleada para la evaluación de las cuatro cuestiones:

a) Respecto a las cuestiones C1, C2 y C3, que versan sobre aspectos epistémicos de la controversia (metodología científica, objetivos de la investigación y fortalezas del modelo, respectivamente), los estudiantes MAES se refirieron inicialmente a un número de descriptores correspondientes a estos algo mayor que los estudiantes BAC: 15 frente a 10, de 48 descriptores posibles. Además de producirse un incremento notable del número de descriptores aludidos en los informes finales, la diferencia inicial desapareció prácticamente: 26 referencias de los estudiantes MAES y 24 de los estudiantes BAC.

b) Los indicadores de la rúbrica correspondientes a las tres cuestiones anteriores incluyen doce descriptores epistémicos en total. En las respuestas iniciales y finales, los estudiantes MAES no hicieron referencia a dos de los tres descriptores de C1: "Se explica que no hay un método científico único, y se describe la metodología empírica sistemática de Franklin", y "Se explica que no hay un método científico único, y se describe la metodología de Watson y Crick basada en la elaboración de un modelo funcional". Tampoco citaron, en las respuestas iniciales y finales, dos de los cinco descriptores de C2: "Se relacionan los objetivos con las metodologías empleadas", y "Se relacionan los objetivos con las prioridades de los centros de investigación".

Los estudiantes BAC no hicieron referencia inicialmente a siete de los doce descriptores de estas tres cuestiones (más de la mitad de los propuestos); a saber: los mismos dos descriptores de C1 que los estudiantes MAES; tres descriptores de C2, siendo dos de ellos los mismos que los estudiantes MAES, además del siguiente: "Se relacionan los objetivos con la formación de los científicos"; y dos de los cuatro descriptores de C3: "[El modelo de Watson y Crick] permite establecer una hipótesis fecunda para investigaciones futuras", y "[El modelo de Watson y Crick] da respuesta a problemas multidisciplinares". Sin embargo, en las respuestas finales, los estudiantes BAC solo dejaron de citar un descriptor de C3: "[El modelo de Watson y Crick] da respuesta a problemas multidisciplinares". Este resultado indica, una vez más, que la sesión con el grupo-clase tuvo una gran influencia en el aumento significativo del número de descriptores aludidos por los estudiantes BAC, relativos a los aspectos epistémicos de NDC abordados en estas tres cuestiones.

c) Respecto a la cuestión C4, para un máximo de 16 citas posibles, los estudiantes MAES aludieron inicialmente al doble de descriptores no-epistémicos (8) que epistémicos (4); los estudiantes BAC también lo hicieron en una proporción similar, aunque con un menor número de descriptores (5 no-epistémicos y 2 epistémicos). En las respuestas finales, las referencias de los estudiantes MAES a descriptores de ambos tipos fueron similares (13 no-epistémicos y 12 epistémicos), mientras que los estudiantes BAC hicieron alusión al doble de descriptores no-epistémicos (12) que epistémicos (6).

d) La parte de la rúbrica relativa a la cuestión C4 incluye cuatro descriptores epistémicos y cuatro no-epistémicos. En las respuestas iniciales, los estudiantes MAES no hicieron referencia a dos descriptores epistémicos: "La creatividad mostrada por Watson y Crick para relacionar datos muy diversos", y "La formación o área de especialización de los investigadores". Los estudiantes BAC no se refirieron a dos descriptores epistémicos: el primero de los citados para los estudiantes MAES, y "Los distintos propósitos de las investigaciones de Franklin y de Watson y Crick". Tampoco hicieron referencia al descriptor no-epistémico siguiente: "La falta de ética de Watson y Crick al usar datos de Franklin sin su conocimiento ni reconocimiento". En las respuestas finales, los estudiantes MAES aludieron a todos los descriptores epistémicos y no-epistémicos. Mientras que a los estudiantes BAC solo les faltó hacer referencia al descriptor epistémico "La creatividad mostrada por Watson y Crick para relacionar datos muy diversos".

Conclusiones

En este estudio no se ha hecho un análisis de contraste estadístico, aunque lo más probable es que hubiera dado como resultado la inexistencia de diferencias significativas entre los estudiantes MAES y BAC, debido al reducido número de participantes de ambos grupos y a la pequeña cantidad de cuestiones analizadas, entre otros factores posibles. En consecuencia, se ha estimado más adecuado mostrar tendencias en la comparación de los resultados y describirlas cualitativamente.

Lo más destacable es la gran eficacia que, para la comprensión de los aspectos de NDC seleccionados, ha tenido la actividad de análisis crítico-reflexivo de esta controversia. Tanto los estudiantes MAES como los estudiantes BAC mostraron progresos notables en su comprensión sobre ellos. El trabajo en grupo y las discusiones de la sesión con el grupo-clase, dirigida por la educadora, favorecieron que las concepciones de ambos colectivos mejorasen considerablemente, tanto en relación con los aspectos epistémicos como los no-epistémicos de la NDC; estos últimos mucho menos tratados habitualmente en las investigaciones didácticas sobre la inclusión de la NDC en la educación científica.

Por último, cabe resaltar el dato del mayor número de referencias a los descriptores no-epistémicos que a los epistémicos por los estudiantes BAC, en la cuestión C4. Esta conclusión debería hacer reflexionar seriamente a aquellos autores e investigadores de la NDC que son refractarios y recalcitrantes a incluir, de manera explícita y rigurosa, los aspectos no-epistémicos de la NDC en la educación científica de secundaria.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2016a). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *13*(1), 3-19.

Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2016b). Rosalind Franklin y la estructura del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Científica*, *27*, 162-175.

Acevedo-Díaz, J. A. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Madrid: Los Libros de la Catarata.

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón-Méndez, M. M. (2017a). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia. Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Madrid: OEI.

Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017b). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: Una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, *28*(3), 140-146.

Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education, 95*(3), 518-542.

Clough M. P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science & Education*, *20*(7-8), 701-717.

Dagher, Z. R. y Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? *Science & Education*, *25*(1-2), 147-164.

Elaboración y validación de un cuestionario de evaluación de la competencia para la modelización del cambio químico

Mª del Mar Aragón-Méndez[1], José María Oliva-Martínez[2] y Angel Blanco-López[3]

[1,2]Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz; [3]Departamento de Didáctica de las Matemáticas, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

mariadelmar.aragon@uca.es

Resumen:

Se diseña y valida un cuestionario para evaluar aspectos de la competencia de modelización de los estudiantes en torno al cambio químico en el contexto de problemas relacionados con la contaminación. Para ello se realiza una validación de contenido por profesorado expertos y estudios pilotos con estudiantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. Los resultados del proceso de validación permitieron mejorar el cuestionario en su conjunto -respecto a la formulación de los ítems, su contenido y tipo de preguntas, así como afinar y concretar las rúbricas de evaluación que en principio se tenían previstas.

Palabras clave: cambio químico, competencia de modelización, validación de cuestionario.

Introducción

La didáctica de las ciencias cuenta actualmente con áreas de investigación muy robustas sobre las denominadas prácticas científicas (NRC, 2012), entre las que se incluye la modelización. El desarrollo de prácticas científicas en la enseñanza de las ciencias se enmarca en enfoques que consideran el aprendizaje como un proceso de socialización dentro de la cultura científica e implica la participación de los estudiantes en las prácticas características de la comunidad científica, lo que conlleva construir el conocimiento científico y comprender por qué este se construye, examina y evalúa de una forma determinada (Reiser, Berland y Kenyon, 2012). En este sentido, los enfoques didácticos centrados en las prácticas científicas pueden ser muy adecuados para el desarrollo de las competencias científicas recogidas en los currículos de nuestro país (Blanco, et al., 2015), ya que ambos implican el desarrollo de capacidades similares (Crujeiras y Jiménez-Aleixandre, 2013).

La modelización es considerada como una parte esencial de la actividad científica (Justi y Gilbert, 2002) y la enseñanza por modelización, o los enfoques de enseñanza-aprendizaje en torno a modelos, vienen constituyendo hoy una de las líneas más fecundas de investigación en didáctica de las ciencias (Gilbert y Justi, 2016). Por ello, se reconoce que deben formar parte del bagaje de los estudiantes desde el punto de vista de una educación científica básica (Oliva, Aragón y Cuesta, 2015).

El término modelización es usado con distintas acepciones en la educación científica, siendo una de ellas la de competencia, aludiendo al desempeño que requiere la actividad de modelizar en

sentido amplio (Nicolaou y Constantinou, 2014; Oliva et al., 2015). Y es que modelizar constituye un proceso complejo cuyo desarrollo exige toda una gama de destrezas y valores epistémicos (Grosslight et al., 1991; Harrison y Treagust, 2000; Schwarz, 2002). De ahí que la competencia de modelización se entienda como conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y valores epistémicos necesarios para llevar a cabo la tarea de modelizar en su dimensión más amplia (Justi y Gilbert, 2002); no solo se trataría de aprender los modelos de la ciencia escolar, sino también trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos, así como hablar y opinar acerca de los mismos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante y, también, sus limitaciones. Más concretamente Nicolaou y Constantinou (2014) caracterizaron los distintos componentes de dicha competencia, los cuales aparecen ilustrados en la figura 1.

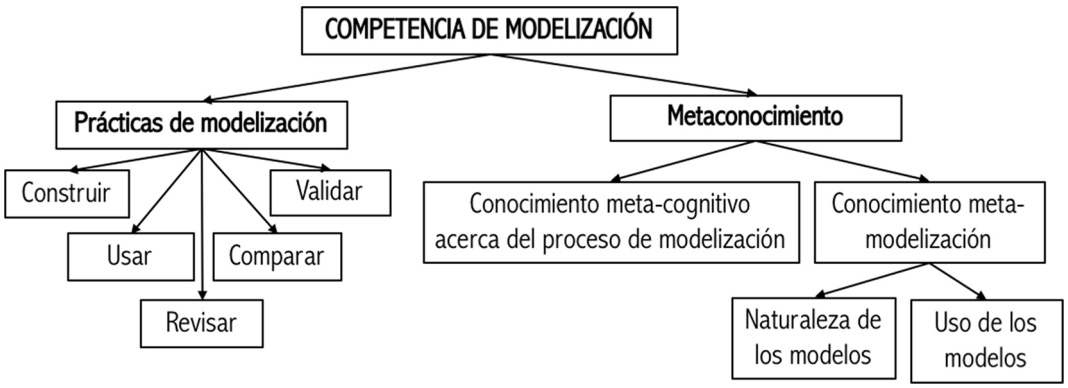


Figura 1. La competencia de modelización (Nicolaou y Constantinou, 2014)

Según esto, la modelización abarcaría prácticas de modelización y de metaconocimiento. La primera de ellas entendida en términos del uso de destrezas que permiten a una persona aprender, expresar, usar, evaluar, revisar y mejorar representaciones y modelos; y la segunda como conocimiento epistémico y actividad metacognitiva que permite tanto percibir adecuadamente la naturaleza y el alcance de cada uno, como gestionar el uso de diferentes modelos (Schwarz, 2002; diSessa, 2004; Nicolaou y Constantinou, 2014).

En este trabajo se muestra parte de una investigación que pretende integrar la modelización sobre el cambio químico en el contexto de problemas relacionados con la contaminación en el seno de una propuesta didáctica dirigida a estudiantes de 3º curso de la Educación Secundaria Obligatoria (14-15 años) (Aragón-Méndez, Oliva y Blanco, 2017). En concreto se presenta el proceso de diseño y validación de un cuestionario para evaluar el impacto de dicha propuesta didáctica en la competencia de modelización de los estudiantes que han participado.

Metodología

Descripción de los instrumentos

Se ha diseñado un cuestionario de 12 ítems, junto a sus respectivas rúbricas de evaluación, que presentan diferente grado de apertura y contextualización. Los elementos de la competencia de modelización evaluados se refieren al uso o aplicación de los modelos para realizar interpretaciones, diseñar experiencias, justificar, realizar predicciones, representar la realidad haciendo uso de múltiples modelos, analizar argumentos sobre cuestiones sociocientíficas, y usar analogías para realizar interpretaciones. Además, se ha incluido una cuestión para valorar el interés de los estudiantes por el contexto de la contaminación. En suma, se evalúan fundamentalmente conocimientos y destrezas relacionadas con las prácticas de modelización en ciencias. En la tabla 1 se resumen las características de los ítems del cuestionario.

Tabla 1. Descripción del cuestionario para la evaluación de elementos de la competencia de modelización para el cambio químico

Ítem	Dimensiones de la competencia de modelización	Contexto y grado de apertura*
1	Interpretación macroscópica del cambio químico (CQ)	La cocina (A)
2.a	Diseño de experiencias para comprobar hipótesis	Laboratorio de química (A)
2.b	Interpretación submicroscópica del CQ	Laboratorio de química (A)
3	Uso de diferentes modelos de representación de moléculas	Contaminantes (A)
4	Uso distintos modelos para representar sistemas materiales	Contaminantes (A)
5	Uso de diferentes modelos de representación de CQ	Sustancias con aplicaciones (A)
6	Uso de diferentes modelos para interpretar CQ	Sustancias con aplicaciones (A)
7	Uso de diferentes modelos para interpretar CQ	Conservación de alimentos (A)
8	Identificación y justificación de hipótesis.	El botiquín (SA)
9	Uso de modelos para realizar predicciones	Corrosión (SA)
10	Uso de analogías para realizar interpretaciones	La cocina (SA)
11	Interés por el contexto	Contaminación atmosférica (C)
12	Análisis de argumentos sobre cuestiones sociocientíficas	Contaminación atmosférica (A)

* (A) Abierta, (SA) Semiabierta, (C) Cerrada

Procedimiento de validación

En primer lugar, se solicitó su evaluación a un grupo de cinco expertos, todos ellos docentes con amplia experiencia en la impartición de la asignatura de Física y Química. El análisis se centró en dos aspectos, la pertinencia de las cuestiones para evaluar diferentes elementos competenciales de los alumnos, y si las instrucciones dadas y la redacción de las cuestiones eran suficientemente claras para ser comprendidas por los estudiantes de 3º de ESO. Valoraron estos dos aspectos, para cada una de los ítems, en una escala de 1 a 3, de menor a mayor valoración, y la justificaron.

En segundo lugar, se recurrió a una muestra de 8 estudiantes de 4º de ESO que no cursaban la Física y Química en este año. Los estudiantes contestaron las preguntas y opinaron sobre la claridad del enunciado y la comprensión de los ítems. Al elegir esta muestra se buscaba que el contenido resultase familiar a los estudiantes, que estos pudiesen contestar a las preguntas, y realizar la valoración solicitada, independientemente del hecho que su respuesta pudiera ser correcta o no.

Por último, se procedió a una primera aplicación del cuestionario en el aula, tras la implementación de la unidad didáctica, a un grupo de 20 alumnos de 3º de la ESO. Este cuestionario ya contenía modificaciones resultantes del análisis procedente de la información proporcionada por los expertos y por la muestra de estudiantes anteriormente descrita. El grupo de alumnos, además de responder a las preguntas del cuestionario, hizo una valoración de la claridad de las preguntas y de su comprensión.

Rúbrica de evaluación

Para el análisis interpretativo de las respuestas se elaboró inicialmente una rúbrica de evaluación para cada ítem y se establecieron niveles de progresión para el desarrollo de la competencia de modelización. Tras pasar el cuestionario a los 20 alumnos, se realizó análisis inter-jueces, asignando diferentes niveles a las respuestas de los estudiantes y reelaborando en caso necesario los indicadores de logro.

Resultados

Los informes aportados por el grupo de expertos indicaron, mayoritariamente, que las preguntas formuladas en el cuestionario eran claras y pertinentes (tabla 2). Además, los expertos hicieron sugerencias de mejora que condujeron a algunas modificaciones.

Tabla 2. Mediana y moda de las valoraciones de los expertos (3 máximo-1 mínimo)

	1	2.a	2.b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Claridad	2,5/3*	2,5/3	3/3	2,5/3	2,5/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	2,5/2	3/3	3/3
Pertinencia	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	2,5/3	3/3

* la primera cifra es la mediana y la segunda es la moda.

Se aprecian valoraciones altas, por lo general, tanto en claridad como en pertinencia en el conjunto de ítems. Quizás la peor de las valoraciones se refería a la claridad del ítem 10, en el que tres de los expertos otorgaron la calificación de 2, y solo dos la de 3.

En esencia, la valoración de la muestra de estudiantes coincidió con la de los expertos. Mayoritariamente, los estudiantes comprendían las preguntas, comentando algunos problemas ya señalados por los expertos. Tuvieron especiales dificultades al contestar la pregunta abierta sobre la analogía (ítem 10), sólo uno de los ocho estudiantes elaboró una respuesta. Del ítem 11, la mitad señaló que nunca se habían planteado si les interesaban o no algunos de los temas de química o que no sabían nada sobre ellos.

A continuación, se describe el tipo de modificaciones a las que condujeron las sugerencias de los expertos y de los estudiantes.

- Acortar expresiones y precisar la información para evitar ambigüedades.
- Aclarar algunos términos que pudieran no ser comprendidos por los estudiantes, p.ej. “evidencia” y sustituir algunos términos por otros, p.ej. solubilizar por disolver.
- Dividir alguna pregunta en dos, para facilitar la organización de la respuesta.
- Transformar una de los ítems, inicialmente abierto, en una semiabierto, dado que algunos profesores indicaron que la respuesta revestía una cierta complejidad.
- Reducir el número de aspectos relacionados con la química cotidiana sobre los que se valoraba el interés de los estudiantes, al objeto de evitar dispersión.

Como se ha indicado, una vez realizada estas modificaciones, el cuestionario se pasó a una muestra de 20 estudiantes. La totalidad de estudiantes manifestó que comprendía todas las preguntas. Las rúbricas inicialmente elaboradas, se probaron con esta muestra.

Finalmente se establecieron 4 niveles de progresión, para cada elemento competencial. El nivel más alto (nivel 4), corresponde a las respuestas más completas, en las que se identifican todos los indicadores esperables que evidencian el desarrollo de la habilidad correspondiente. En el anexo se proporcionan ejemplos de preguntas y su rúbrica.

Conclusiones

Se ha elaborado y validado, tanto por profesorado expertos como con muestras pilotos de estudiante, un cuestionario de evaluación de la competencia de modelización en sobre el cambio químico en el contexto de problemas relacionados con la contaminación junto con su rúbricas de valoración correspondientes. El proceso de validación ha permitido depurar y mejorar

el instrumento, el cual está siendo en la actualidad utilizado en estudios dirigidos a evaluar la progresión del alumnado en la modelización del cambio químico a través de una propuesta de enseñanza-aprendizaje dirigida al curso de 3º ESO.

Menciones y agradecimientos

Trabajo fruto de la colaboración entre los proyectos I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (EDU2017-82197-P), e "Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias" (EDU2017-82518-P), ambos aprobados y financiados por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Referencias

Aragón-Méndez, M.M.; Oliva, J.M. y Blanco, A. (2017). Abordando el cambio químico desde una perspectiva de modelización y contextualización: Avance de resultados. Actas del X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. (4357-4362). Sevilla, 5-8 de septiembre.

Blanco-López, Á., España-Ramos, E., González-García, F. J., & Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(2), 164–198.

Crujerias, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2013). Challenges in the implementation of a competency-based curriculum in Spain. *Thinking Skills and Creativity*, *10*, 208-220.

diSessa, A. A. (2004). Metarepresentation: native competence and targets for instruction. *Cognition and Instruction*, *22*(3), 293-331.

Gilbert, J.K. y Justi, R. (2016). *Models and Modeling in Science Education.* Switzerland: Springer.

Grosslight, L.; Unger, C.; Jay, E. y Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science conceptions of middle and high school teachers and experts*. Journal of Research in Science Teaching*, *28*(9), 799-882.

Harrison, A. G., y Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1011-1026.

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002) Modelling teachers´ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 369-387.

Nicolaou, C. T. y Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, *13,* 52-73.

NRC, National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.

Oliva J.M., Aragón-Méndez, M.M. y Cuesta, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: A study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education 13*(4), 751-791.

Reiser, B.; Berland, L.K. y Keynon, L. (2012). Engaging Students in the Scientific Practices of Explanation and Argumentation. *Science and Children*, *49*(8), 8-13.

Schwarz, C. (2002). Is there a connection? The role of meta-modeling knowledge in learning with models. In the *Proceedings of International Conference of Learning Sciences*. Seatle, WA.

Una conocida marca de automóviles promociona la venta del modelo "LIBRA T" un vehículo eléctrico. El eslogan publicitario dice "LIBRA T, la solución ideal para desplazarte en la ciudad", y en el folleto, se aportan argumentos para convencer a los consumidores. Te presentamos a continuación el folleto.

LIBRA T
La solución ideal para desplazarte en ciudad

- LIBRA T, sin motor de combustión ni tubo de escape, el vehículo con 0 emisiones. Libera tu ciudad de la contaminación.
- LIBRA T, funciona con energía eléctrica. Líbrate de las subidas continuas del precio de los combustibles.
- LIBRA T, es la mejor forma de desplazamiento en la ciudad, ya que te permite circular por el carril bus. Líbrate de los atascos.

Indica si los argumentos anteriores te parecen totalmente adecuados, parcialmente adecuados, o nada adecuados. Señala en cada caso con qué aspectos estás de acuerdo y con cuáles no.

Argumento	adecuado	parcialmente adecuado	nada adecuado	Estoy de acuerdo con…	No estoy de acuerdo con …
1					
2					
3					

Anexo (Ítem 12)

Rúbrica para el análisis

Dimensión	**Identificar y analizar críticamente argumentos sobre la conveniencia de determinadas actuaciones relacionadas con la contaminación atmosférica.**			
Niveles de progresión	Nivel 4 (máximo)	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
Indicadores	Para cada uno de los tres argumentos indica aspectos con los que está conforme y con los que no, justificando adecuadamente su opinión.	Indica, para dos de los tres argumentos dados, aspectos con los que está conforme y con los que no, justificando adecuadamente su opinión.	Indica, para uno de los tres argumentos señalados, aspectos con los que está conforme o con los que no, justificando adecuadamente su opinión, o para dos de ellos, pero de forma parcial	No analiza críticamente ninguno de los argumentos señalados.
Ejemplos de cada uno de los niveles	Estoy de acuerdo con que no se emiten gases directamente de los coches. No es cierto que haya 0 contaminación, pues para producir electricidad en las centrales eléctricas se utilizan combustibles igualmente contaminantes. Los precios seguirán subiendo o bajando dependiendo de la cantidad de combustible que tengan las empresas de las centrales eléctricas, al igual que con la electricidad de la casa. Puede que al principio si [evites atascos], sin embargo, si los coches eléctricos siguen vendiéndose, existirán los mismos atascos que hoy en día (Alumno 6).	No estoy de acuerdo con que se sea dependiente de la electricidad. Me parece malo que quiten el sitio al carril bus y pensar en qué pasaría si todo el mundo tuviera este coche el autobús no tendría ninguna preferencia. (Alumno 5).	Es verdad que no tiene tubo de escape y que no tiene motor de combustión, pero no produce 0 de contaminación. Estoy de acuerdo con que la gasolina sube y baja, pero el precio de la electricidad también (Alumno 8).	No estoy de acuerdo con que el vehículo tenga 0 emisiones, ni que te libres del precio de los combustibles (Alumna 11)

¿Qué contenidos conceptuales contemplan las editoriales en Educación Primaria sobre "Luz y sonido"?

Antonio Abellán
C.E.I.P. Hellín Lasheras. Javalí Viejo. Murcia
antabgo@yahoo.es

Resumen

Atendiendo a la normativa LOMCE se han utilizado los libros de texto de 3º, 4º, 5º y 6º de Educación Primaria correspondientes a Ciencias de la Naturaleza de las editoriales: Anaya, Edebé, Santillana, SM y Vicens Vives. En cada una se ha recabado la información referida al tratamiento de los contenidos conceptuales, los cuales hemos separado en dos bloques temáticos: luz y sonido. Los resultados ponen de manifiesto la heterogeneidad del tratamiento.

Palabras cave: Educación Primaria; Libros de texto; conceptos; luz; sonido.

Planteamiento de la investigación

Los libros de texto no son un recurso más en nuestro sistema educativo. A pesar de las críticas recibidas por muchos investigadores (Jiménez, 2000; Del Carmen, 2001; Martínez y García, 2003...), sigue siendo un referente importante en el desarrollo curricular, en la selección de contenidos a enseñar y en la metodología habitual en las clases de Ciencias.

Hay elementos positivos en el uso de estos materiales de aprendizaje: ha favorecido la actualización científica del profesorado, permite "transportar información" de una forma cómoda, está orientada al trabajo escolar y a unos destinatarios específicos (no a un público general), puede clarificar los cambios curriculares (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008; Pro y Pro, 2011). En cualquier caso, es necesario conocer y analizar el contenido para saber qué se está enseñando y cómo en gran parte de nuestras aulas.

Tabla 1. Referencias curriculares a la Luz y el Sonido

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándar de aprendizaje
La luz como fuente de energía... Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.	3. Conocer leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz... 4. Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz... y el sonido.	3.2 Identifica las principales características de diferentes formas de energía: ...lumínica, sonora... 5.5 Investiga a través de la realización de experiencias sencillas sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, extrayendo conclusiones, comunicando resultados, así como en el conocimiento de las leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz...

Por otro lado, siempre hemos creído que los conocimientos sobre la luz y el sonido presentan unas singularidades muy útiles para la formación básica de los niños y niñas de Educación Primaria: explican muchos fenómenos cotidianos que generan una gran curiosidad infantil (eco, arco iris, eclipses), están ligados a los sentidos (ojo, oído), facilitan la interdisciplinaridad entre materias de carácter científico Todo ello puede generar una predisposición para el aprendizaje que deberíamos aprovechar.

En el currículum oficial (MEC, 2014), se recogen alusiones a este tema en los Contenidos, criterios de evaluación y estándar de aprendizaje, tal como recoge la Tabla 1.

Aunque este trabajo forma parte de uno más amplio, nos ocupamos de un aspecto concreto: ¿Qué contenidos conceptuales contemplan unas editoriales sobre la luz y el sonido en Educación Primaria?

Metodología

Hemos seleccionado editoriales muy presentes en la Región de Murcia –todas de la materia Ciencias de la Naturaleza– y las hemos categorizado de la siguiente manera: Z-1: Editorial Vicens Vives; Z-2: Editorial Edebé; Z-3: Editorial Santillana; Z-4: Editorial Anaya; Z-5: Editorial SM.

Tras haber identificado en cada curso los conceptos planteados, se ha reflejado el número veces que cada uno de ellos se ha presentado en el texto de Educación Primaria. Hemos desglosado cada bloque temático en varias tablas. En todos los casos, hemos tenido en cuenta las referencias del currículum oficial.

Resultados

La mayoría de conceptos referentes a la naturaleza y propagación de la luz se presentan en todas las editoriales, tal y como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Contenidos conceptuales relacionados con la naturaleza y propagación de la luz

NATURALEZA Y PROPAGACIÓN DE LA LUZ	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
La luz como forma de energía (energía luminosa)	4	4	4	4	4
Transformación de energía eléctrica en luminosa	4	2	1	1	3
Transformación de energía luminosa en eléctrica (panel solar)	2	3	3	4	3
Propagación en línea recta	1	1	1	3	2
Propagación en todas direcciones	1	1	1	3	2
Velocidad: 300.000 km/s – Año-luz		1	1	1	2
Fuentes luminosas (Fuentes de luz)	1		3	3	2
Fuentes luminosas naturales	1		2	2	1
Fuentes luminosas artificiales	1		2	2	1
Ilusiones ópticas	1	1		1	2
Contaminación luminosa				1	

Algunos conceptos se plantean en los cuatro cursos; merece especial atención el de luz como forma de energía que se aborda en todos los cursos y editoriales. Destacamos algunas diferencias considerando todos los niveles: en Z-1 no se incluye la velocidad de la luz; en Z-2 no se abordan los conceptos referidos a fuentes luminosas; ni las ilusiones ópticas en Z-3. Por último, la contaminación luminosa solamente se aborda por Z-4.

Los conceptos referentes al comportamiento de los cuerpos ante la luz se nos muestran en la Tabla 3 donde podemos apreciar que la clasificación de los cuerpos se aborda en todas las

editoriales, incluso en más de un curso. Sin embargo, solamente en tres de ellas se plantea la visión, y en tres se aborda el concepto de sombra; ambos fenómenos cuyo conocimiento es muy interesante en esta etapa educativa. Cabe destacar que solamente la editorial Z-5 presenta un eclipse de sol y otro de luna.

Tabla 3. Contenidos conceptuales relacionados con el comportamiento ante la luz

COMPORTAMIENTO DE LOS CUERPOS ANTE LA LUZ	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
Podemos ver los objetos porque reflejan la luz que les llega	1		1		2
Cuerpos opacos	2	2	2	3	3
Cuerpos translúcidos	2	2	2	3	2
Cuerpos transparentes	2	3	2	3	4
Sombra			1	3	1
Eclipse de sol / Eclipse de luna					1/1

El estudio de la reflexión de la luz se nos muestra en la Tabla 4, en ella comprobamos que en casi todas las editoriales se muestra su definición. Sin embargo, no se incluyen las leyes –lo que contradice el currículum– ni los elementos que lo integran, excepto en el caso de la editorial Z-4 que nombra al rayo incidente y muestra en un dibujo los ángulos de incidencia y reflexión solapados. Por otra parte, los espejos se presentan en tres editoriales, pero tan solo dos de ellas (Z-4 y Z-5) incluyen sus diferentes clases.

Tabla 4. Contenidos conceptuales relacionados con la reflexión de la luz

REFLEXIÓN DE LA LUZ. ESPEJOS	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
Reflexión de la luz	2	2		2	2
Leyes de la reflexión					
Rayo reflejado				1	
Angulo de incidencia				1	
Angulo de reflexión				1	
Espejos		1		1	2
Espejos planos				1	1
Espejos cóncavos				1	1
Espejos convexos				1	1

Respecto a la refracción, los datos plasmados en la Tabla 5 nos hacen llegar a las mismas conclusiones que en el caso de la reflexión, aunque, en este caso, no se recoja en el currículum oficial. Se muestra el concepto, pero no las leyes ni los elementos que lo integran, excepto en Z-4 que nombra al rayo refractado y, además, relaciona el fenómeno de la refracción con el hecho de que la luz se propaga a distinta velocidad en cada medio. Finalmente, las lentes y sus clases solamente se abordan por dos editoriales (Z-4 y Z-5).

Tabla 5. Contenidos conceptuales relacionados con la refracción de la luz

REFRACCIÓN DE LA LUZ. LENTES	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
Refracción de la luz	2	2	1	2	2
Leyes de la refracción / Distinta velocidad en cada medio				- / 1	
Rayo refractado				1	
Lentes convergentes				1	1
Lentes divergentes				1	1

La descomposición de la luz en los colores del espectro se aborda en casi todas las editoriales (excepto Z-3), como se puede apreciar en la Tabla 6. El arco iris solamente se aborda en tres editoriales, y en ninguna de ellas se distinguen el primario del secundario. Todas las editoriales abordan el concepto de color de un objeto en base a los colores absorbidos y reflejados (excepto también Z-3). Sin embargo, tan solo una de ellas plantea los colores básicos (Z-1).

Tabla 6. Contenidos conceptuales relacionados con la descomposición de la luz

DESCOMPOSICIÓN DE LA LUZ EN COLORES DEL ESPECTRO	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
Descomposición de la luz en colores del espectro	1	1		2	2
Descomposición de la luz en un prisma		1		1	1
Descomposición de la luz en una gota de agua	1			2	1
Dispersión de la luz				1	
Arco iris	1			1	2
Colores Básicos o Primarios (y Secundarios)	1		1	1	
Rojo, azul y verde	1		1		
Amarillo, rojo y azul				1	
Cyan, magenta y amarillo				1	
Color de un objeto (colores absorbidos / colores reflejados)	2	1		2	1

Los instrumentos ópticos mencionados quedan reflejados en la Tabla 7, donde podemos apreciar que tres editoriales presentan la lupa, dos incluyen las gafas y el microscopio y tan solo una de ellas aborda el telescopio y otra el periscopio.

Tabla 7. Contenidos conceptuales planteados relacionados con instrumentos ópticos

INSTRUMENTOS ÓPTICOS	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
Lupa			1	1	1
Gafas				1	1
Telescopio				1	
Microscopio / Binoculares	2			1	
Periscopio					1

Los conceptos relacionados con el ojo como órgano de la visión, sus partes y órganos protectores junto con las posibles alteraciones se presentan en la Tabla 8, en ella podemos comprobar que éstos se abordan por todas las editoriales con gran profundidad, repitiéndose la gran mayoría de ellos en casi todos los cursos, lo que nos parece muy positivo.

Tabla 8. Contenidos conceptuales relacionados con la anatomía del ojo

EL OJO, ÓRGANO DE LA VISION. ALTERACIONES DEL OJO.	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5
El ojo: órgano de la visión (Sentido de la Vista)	3	4	4	2	3
Partes del ojo:	----	----	----	----	----
Esclerótica	2				
Coroides / Iris	3	3	3	2	2
Retina	2	2	3	2	4
Córnea	2	2	3		
Pupila	2	2	3	2	3
Cristalino	2	1	3	2	2
Nervio óptico	2	2	3	2	1
Humor vítreo / humor acuoso	1				

Órganos protectores del ojo:	----	----	----	----	----
Cejas	2	3	1	2	2
Párpados	2	3	1	2	2
Pestañas	2	3	1	1	2
Glándulas lacrimales	2			1	2
Oftalmólogo	2	1	1	1	
Conjuntivitis	1				1
Ceguera	1		1		
Miopía / Hipermetropía	2			1	2
Astigmatismo / Presbicia	1				
Daltonismo				1	
Ilusiones ópticas	1	1		1	2

Los contenidos en relación con la naturaleza y propagación del sonido vienen recogidos en la Tabla 9, en ella podemos apreciar que las editoriales Z-3 y Z-4 apenas han planteado conceptos. Por otra parte, las tres restantes presentan una amplia variedad de contenidos, algunos de ellos, incluso, repetidos en más de un curso.

Tabla 9. Contenidos conceptuales relacionados con la naturaleza y propagación del sonido

NATURALEZA Y PROPAGACIÓN DEL SONIDO	**Z-1**	**Z-2**	**Z-3**	**Z-4**	**Z-5**
El sonido como forma de energía (energía sonora)	3	3	2	1	2
Transformación de energía eléctrica en sonido					1
El sonido como onda (vibración)		3	1	2	2
Fuentes de sonido	1				
Propagación del sonido	1	1			1
Necesita un medio material para propagarse	1			1	1
No se propaga en el vacío	1				
Velocidad del sonido en el aire: 340 m/s		1			1
Propiedades del sonido	----	----	----	----	----
Intensidad / Decibelios	3	2	1		1
Tono (agudo/grave)	1	1	2		3
Timbre		1	1		1
Eco	1	1			1
Reverberación		1			
Sonar / Radar					1
Ruido / Contaminación acústica	2	2			2

Los conceptos relacionados con el oído como órgano de la audición, sus partes y órganos, junto con las posibles alteraciones se presentan en la Tabla 10, en ella podemos comprobar que, excepto pequeños detalles puntuales, estos conceptos se abordan por todas las editoriales con gran profundidad, repitiéndose en casi todos los cursos.

Tabla 10. Contenidos conceptuales relacionados con la anatomía del oído

EL OÍDO, ÓRGANO DE LA AUDICIÓN	**Z-1**	**Z-2**	**Z-3**	**Z-4**	**Z-5**
El oído: Órgano receptor del sonido (Sentido del Oído)	2	3	4	2	3
Partes del oído:	----	----	----	----	----
• Oído Externo:	2	2		2	2

Pabellón auditivo (pabellón de la oreja)	2	3	3	2	3
Conducto auditivo externo	2	3	3	2	3
• Oído Medio:	2	2		2	2
Tímpano	2	3	3	2	3
Cadena de huesecillos:	2	3	3	2	3
Martillo	2			1	
Yunque	2			1	
Estribo / ventana oval	2	1		1	
• Oído Interno:	2	2		2	2
Caracol	2	3	3	2	3
Canales semicirculares / sentido del equilibrio	1	3		2	
Receptores auditivos	2		1	1	
Nervio auditivo / Nervio vestibular	2	2	3	3	3
Otorrinolaringólogo / Otoscopio	2	1	1		
Otitis	1				1
Sordera / Discapacidad auditiva	2		1		

Conclusiones

Sin ánimo de ser exhaustivo por las limitaciones espaciales, podemos decir:

- Se han ampliado, de forma muy significativa, los contenidos que recoge el currículum. Si bien se podría considerar normal este hecho, nos parece que la inclusión de algunos modifica sustancialmente el sentido de la propuesta curricular.

- En algunos casos, se incluyen de forma inadecuada e incompleta conceptos básicos (rayos, ángulos); hubiera sido mejor no mencionarlos.

- No se aprovechan posibilidades que aporta el tema y que probablemente tienen más justificación por estar más próximas a la fenomenología o a la construcción de objetos.

- Se incide de forma exhaustiva en el ojo y el oído, lo que podría valorarse positivamente si no se cae en la proliferación de términos y vocablos que pueden dejar de interesar al alumnado.

Referencias bibliográficas

Del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.

Jiménez, J.D. (2000): "El análisis de los libros de texto" En J. Perales y P. Cañal: *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 307-322. Alcoy. Editorial Marfil.

Martínez, C.; García, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en los textos escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 243-264.

MEC (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Pro, C; Pro, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (2), 149-170.

Pro, A.; Sánchez, G.; Valcárcel, M.V. (2007): Los contenidos de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias,* 25(2), 367-386.

Descubriendo el movimiento del Sol en Educación Infantil

Sergio Rosa, Isabel Luján, Rubén Limiñana, Carolina Nicolás, Asunción Menargues, Joaquín Martínez-Torregrosa, Francisco Savall y Rafael Colomer

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante

sergio.rosacintas@ua.es

Resumen:

Muchos estudios coinciden en que la educación en ciencias debe llevarse a cabo empleando la indagación y desde edades tempranas. Asimismo, es aconsejable estudiar fenómenos naturales que sean cercanos a los niños. Un buen ejemplo de estos es el estudio de la trayectoria del Sol sobre el horizonte, que siempre ha generado una enorme curiosidad desde las primeras civilizaciones humanas. En relación con este tema, presentamos una secuencia de actividades de astronomía diurna, diseñada para Educación Infantil. Nuestro principal objetivo es que los estudiantes tomen conciencia de los movimientos regulares del Sol durante el día. Para ello, proponemos un conjunto de actividades relacionadas con la proyección de sombras como herramienta de trabajo. Los resultados obtenidos muestran una notable mejoría de los niños a la hora de relacionar las sombras con la posición del Sol sobre el horizonte.

Palabras clave: Educación infantil; astronomía diurna; trayectoria del Sol; proyección de sombras.

Introducción

La percepción actual sobre la educación científica ha cambiado sustancialmente, una vez que se ha comprendido que su enseñanza en el aula debe llevarse a cabo empleando una metodología por indagación y desde edades tempranas (Gil-Pérez y Carrascosa, 1994; Verdú et al., 2002). Varios autores proporcionan evidencias sobre la importancia de la enseñanza de la ciencia en estudiantes jóvenes (ej., Kamii y DeVries, 1978; Benlloch, 1992; Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016). Los niños se divierten observando y pensando sobre la naturaleza y desarrollan actitudes positivas hacia la ciencia. Además, una exposición temprana a los hechos científicos facilita la comprensión de los conceptos que estudiarán en el futuro.

Una buena alfabetización científica es aún más importante, si cabe, hoy en día, ya que nos hayamos inmersos en un mundo altamente tecnológico, donde las generaciones futuras tendrán que tomar decisiones en el campo de la tecnología y la ciencia. Esta realidad emergente requiere que los estudiantes reciban una buena educación en dichas materias desde edades muy tempranas (Davies, 2011; Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016).

Para lograr este objetivo, es fundamental tratar la ciencia como un proceso natural, en el cual los niños exploran y experimentan tratando de satisfacer su enorme curiosidad innata (Kamii y DeVries, 1978; Benlloch, 1992). Sin embargo, el hecho de analizar situaciones cercanas a la realidad de los niños no significa que estos temas sean irrelevantes para la humanidad. Por ejemplo, el estudio de las estaciones del año, en base al modelo Sol-Tierra, es un tema que se enmarca

dentro de las ideas básicas de la ciencia establecidas por el Consejo Nacional de Investigación EE.UU. (National Research Council, 2012). Además, también se incluye en los planes de estudio de Educación Primaria y Secundaria de España, por lo que los estudiantes de Infantil se enfrentarán a ello en el futuro.

Dentro de este tema, el estudio de la trayectoria del Sol a lo largo del día siempre ha generado una enorme curiosidad desde las primeras civilizaciones humanas, debido a su importancia para la orientación en el tiempo y el espacio (Savall-Alemany et al., 2014). Por lo tanto, no es sorprendente que los estudiantes muestren el mismo interés y fascinación por el Sol que nuestros antepasados, desde edades tempranas. De hecho, es muy común ver cómo los niños incluyen representaciones del Sol en sus dibujos, siendo este tema el segundo más dibujado entre los niños de 4 a 6 años, solo por detrás de la figura humana (Estrada-Díez, 1987).

En el presente trabajo abordamos dicha temática por medio de una secuencia de actividades sobre astronomía diurna, diseñada para segundo ciclo de Educación Infantil, que engloba de los 4 a los 6 años. Nuestro principal objetivo es que los estudiantes tomen conciencia de los movimientos regulares del Sol durante el día. Para ello, proponemos una secuencia de actividades relacionadas con la proyección de sombras, como herramienta de trabajo; dado que el estudio de las sombras nos permite determinar indirectamente la posición del Sol sobre el horizonte en cada momento del día. Este método es apropiado para niños pequeños por su simplicidad, su cotidianidad y porque permite la interacción directa de los estudiantes con la luz solar, al medir su propia sombra. En este estudio preliminar, la secuencia de actividades se ha puesto a prueba en dos grupos de estudiantes pertenecientes a dos escuelas ubicadas en la provincia de Alicante (España).

Metodología

En este trabajo utilizamos la metodología por indagación para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En dicha metodología se desarrolla un proceso de reconstrucción del conocimiento, basado en las prácticas científicas, y adaptado a la realidad del aula (Verdú et al., 2002). En este sentido, hemos diseñado una secuencia de actividades por indagación, para que los niños tomen conciencia de los movimientos regulares del Sol durante el día. Dicho estudio se ha llevado a cabo en dos clases de segundo ciclo de Educación Infantil, pertenecientes a dos centros de la provincia de Alicante, con un total de 48 alumnos de entre 4 y 5 años de edad.

Para evaluar si la secuencia propuesta tiene o no el efecto deseado en los estudiantes, hemos incluido un cuestionario inicial (pre-test) que se abordará nuevamente al final de la intervención, como post-test. El cuestionario se desarrolla en formato de entrevista realizada por parejas.

Seguidamente, presentamos la secuencia de actividades propuesta. Cada actividad o grupo de actividades se presenta a los estudiantes por medio de una o varias preguntas motivadoras, con el fin de captar su atención y alentarlos a investigar en busca de una respuesta.

1. Cuestionario inicial (pre-test): ¿Qué es la sombra? ¿Todos tenemos una sombra? ¿Los objetos también? ¿La sombra siempre nos acompaña?
Con el cuestionario inicial podemos conocer cuáles son las ideas previas de nuestros alumnos. Además, les entregamos un folio dividido en tres partes (mañana, mediodía y tarde), donde aparece un árbol dibujado y el Sol en tres posiciones diferentes, según el momento del día que sea. El objetivo de esta actividad es dibujar la sombra del árbol en cada caso.

2. ¿Qué es la sombra? ¿Qué produce la sombra?
Antes de trabajar con las sombras producidas por el Sol, utilizamos una linterna para proyectar en el aula las sombras de objetos cotidianos, así como de partes de nuestro cuerpo. Con esta actividad los niños descubrirán las sombras y su variación según la posición de la fuente de luz.

3. ¿Es nuestra sombra siempre la misma? ¿Cuándo es más larga? ¿Y más corta?
Familiarización con las sombras producidas por el Sol en el patio de la escuela. Observarán cómo es su propia sombra. Luego, especificaremos la pregunta: ¿Es nuestra sombra siempre igual de larga? ¿Cómo cambia? Después, podemos pedirles que hagan predicciones: ¿Cuándo crees que será la sombra más larga? ¿Y más corta?

4. ¿Qué podríamos hacer para ver si lo que pensamos es cierto o no? ¿Podríamos hacer algo para averiguar cuándo tenemos la sombra más larga y la más corta?
Dadles tiempo para pensar y debatir. Recoged sus propuestas y ayudadlos a elaborar un plan. Podemos medir las sombras de un niño de referencia (siempre el mismo), colocado en la misma posición, en diferentes momentos del día. El uso de un objeto de referencia también es posible.

5. ¿Cómo vamos a medir la longitud de la sombra? ¿Cómo vamos a anotar los datos y medidas para recordarlos?
Darán varias respuestas como: "Con cuerdas, lápices, palos, papel, etc." Mediremos la sombra del niño, o la del objeto de referencia, con la unidad de medida que hayan escogido. Bajaremos al patio de la escuela sobre las 9:30, las 12h y las 16h para realizar las mediciones.

6. ¿Cómo cambia la sombra durante el día? ¿Cómo será la sombra por la tarde?
Una vez que tengamos las mediciones y volvamos a la clase, realizaremos un gráfico de barras para representar los datos obtenidos. Podemos realizar un mural grande (con papel continuo) pegando la longitud de la sombra (medida con cuerdas) en cada momento del día.

7. Recordad lo que estábamos haciendo y cuál es la pregunta de interés. Planteadles: ¿Qué podemos responder a nuestra pregunta? ¿Qué podemos decir sobre la longitud de la sombra durante todo el día? ¿Cómo cambia la sombra?
Les haremos una serie de preguntas para ver si han entendido cómo es la trayectoria del Sol a lo largo de un día.

8. Pasamos el cuestionario inicial como post-test. Terminamos la secuencia volviendo a las ideas iniciales: ¿Qué datos hemos obtenido? ¿Seguimos pensando lo mismo que antes de bajar al patio de la escuela y tomar las medidas?
Pasamos el cuestionario inicial y la actividad del árbol, nuevamente, como una prueba post-test. Luego, aprovechamos para volver a las ideas iniciales y así compararlas con lo que sabemos ahora. Finalmente, recalcamos que el Sol se mueve a través del cielo y eso hace que las sombras cambien. Para este fin, podemos usar historias o soporte de video.

Resultados y discusión

Los resultados del cuestionario inicial muestran que los estudiantes conocen razonablemente bien qué favorece la proyección de las sombras y su relación con el Sol. Los niños poseen un conocimiento cultural, resultante de su vida diaria, que les permite explicar ciertos fenómenos de forma experimental. La mayoría de los escolares saben perfectamente que para que aparezcan sombras, debe ser de día y el Sol debe de estar visible. Algunos niños van incluso más allá y argumentan que las sombras también se pueden ver por la noche con luz artificial.

Cuando les preguntamos si el Sol se mueve y cambia su posición durante el día, observamos muchas dudas, ya que probablemente nunca hayan observado el movimiento del Sol en detalle. Muchas de las respuestas afirmativas, de estudiantes que dicen que el Sol se mueve, carecen de una justificación racional y se sustentan en argumentos vitalistas, como "el Sol se va y viene la Luna". Muchos niños también saben de antemano que las sombras no son siempre iguales a lo

largo del día, pero ninguno de ellos relaciona la variación de las sombras con los cambios en la posición del Sol.

Los resultados en la actividad del árbol, como pre-test, muestran datos dispares (Figura 1). Muchos estudiantes, el 71%, no relacionan la sombra con la presencia del Sol, tras el árbol, y dibujan tres sombras como tres árboles pequeños. Sin embargo, algunos niños (29%) sí que representan bastante acertadamente las sombras según la posición del Sol en el cielo. Además, la gran mayoría de ese 29% conecta la sombra a la base del árbol, lo que significa que asocian correctamente que la existencia de una sombra se debe a la presencia de un objeto que la genera. Ningún alumno/a reflejó un acortamiento en la longitud de la sombra cuando el Sol está más alto, al mediodía (parte central del folio). Del mismo modo, la dirección cambiante de la sombra, según la posición del Sol en el cielo a lo largo del día, tampoco es apreciable.

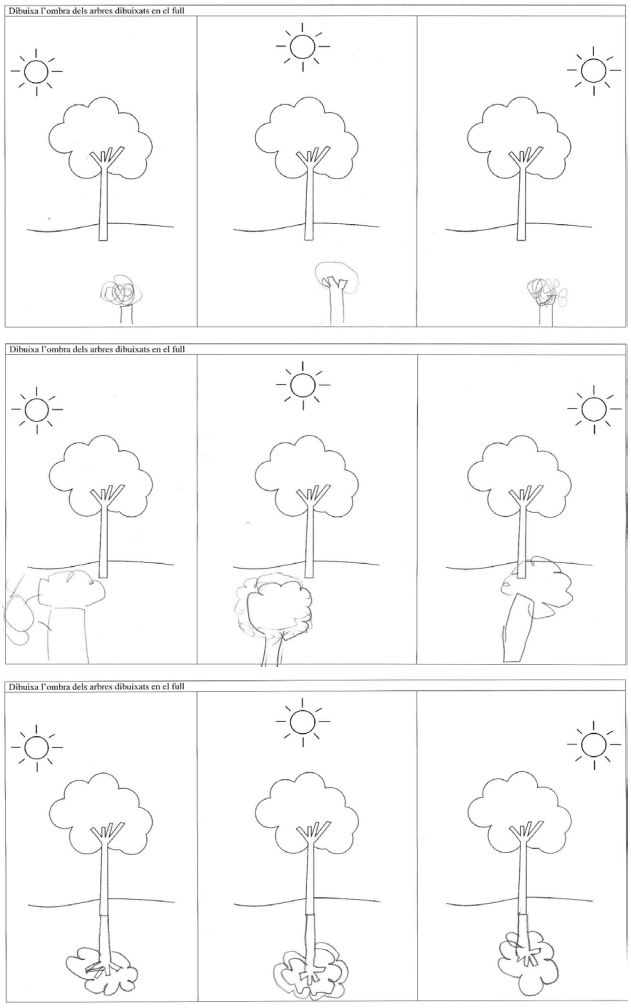


Figura 1. Algunas soluciones a la actividad del árbol, como pre-test

El resultado de poner en práctica la secuencia fue muy satisfactorio. Los niños disfrutaron especialmente las actividades llevadas a cabo en el patio de la escuela (actividades 3 a 5 de la secuencia) y se asombraron mucho al ver cuánto puede variar la longitud de la sombra a lo largo del día. El cambio en la dirección de la sombra también fue un nuevo descubrimiento para ellos, ya que es algo de lo que nunca antes se habían dado cuenta. Finalmente, la asociación entre la dirección y la longitud de la sombra con la posición del Sol sobre el horizonte fue un aprendizaje complicado para ellos, ya que es un tema complejo para su corta edad.

Después de llevar a cabo la secuencia de actividades, la mayoría de los estudiantes mejoraron sus resultados en el cuestionario post-test. Sin embargo, los resultados en la actividad del árbol, como post-test, muestran resultados dispares de nuevo (Figura 2).

Podemos afirmar que casi todos los niños han aprendido que al mediodía, cuando el Sol está más alto, las sombras son más cortas que en otros momentos del día. Sin embargo, algo más de la mitad de los estudiantes (58%) siguen sin conectar las sombras a la base del árbol. Por lo tanto, no pueden representar adecuadamente la dirección de la sombra, de acuerdo con la posición del Sol, en cada momento del día. Por otro lado, hay bastantes niños (42%) que sí que conectan las sombras al árbol y que además intentan reflejar sus diferentes direcciones. A pesar de mejorar mucho en su conocimiento sobre el tema, la alineación entre el Sol, el árbol y la sombra no termina de ser precisa en la mayoría de los dibujos. Esto significa que, a pesar de haber comprendido la relación entre la variación de la posición del Sol sobre el horizonte y la dirección cambiante de las sombras, un uso completamente racional de este conocimiento está todavía lejos de sus capacidades actuales, con edades comprendidas entre 4 y 5 años.

Figura 2. Algunas soluciones a la actividad del árbol, como post-test

Conclusiones

Retomando el objetivo principal propuesto para esta secuencia, que los estudiantes tomen conciencia de los movimientos regulares del Sol durante el día, mediante el análisis de sombras, podemos decir que se ha logrado casi por completo. Los estudiantes ya poseían un conocimiento cultural bastante bueno sobre el origen de las sombras y su relación con el Sol e incluso con la luz artificial en la oscuridad. Además, la mayoría de ellos han aprendido que cuanto más alto está el Sol sobre el horizonte, más cortas son las sombras producidas. Sin embargo, algo más de la mitad de los niños no han llegado a dibujar la sombra a partir de la base del objeto correspondiente, lo que significa que no han entendido bien el concepto de proyección y la relación existente entre la fuente de luz, el objeto y su sombra. Asimismo, el cambio en la dirección de la sombra y su asociación con la posición del Sol sobre el horizonte es un conocimiento todavía complejo para ellos.

Referencias bibliográficas

Benlloch, M. (1992). *Ciencias en el parvulario: Una propuesta psicopedagógica para el ámbito de experimentación*. Barcelona: Paidós.

Davies, D. (2011). *Teaching Science Creatively*. Oxon (UK): Routledge.

Estrada-Díez, E. (1987). *La Expresión plástica infantil y el arte contemporáneo*. Madrid: Editorial de la Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Reprografía.

Gil-Pérez, D. y Carrascosa, J. (1994). Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching. *Science Education, 78*, 301–315. DOI: 10.1002/sce.3730780310

Gómez-Motilla, C. y Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(3), 643–666. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18503

Kamii, C. y DeVries, R. (1978). *El conocimiento físico en la educación preescolar. Implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Ed. Siglo XXI, (traducción castellana de J. Navascués Howard, 1983).

National Research Council (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academies Press.

Savall-Alemany, F., et al. (2014). Com es mouen el Sol i la Terra? Alacant: Universitat d'Alacant, Servei de Llengües i Cultura. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10045/48625

Verdú, R., Martínez-Torregrosa, J. y Osuna, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique, 34,* 47–55.

Enseñar física a través de la indagación. Una experiencia didáctica con alumnos de Educación Primaria

David Aguilera Morales, Tobías Martín Páez, Víctor Valdivia Rodríguez, Ángela Ruiz Delgado, Leticia Williams Pinto, José Miguel Vílchez González y Francisco Javier Perales Palacios

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

davidaguilera@ugr.es

Resumen:

En este trabajo se pretende testar la eficacia de un taller de Física por indagación orientado a alumnos de Educación Primaria. En la experiencia, con la que se abordan los conceptos de masa, volumen, densidad y flotabilidad, participaron 93 alumnos del segundo ciclo de dicha etapa. La evaluación se ha realizado mediante un cuestionario ad-hoc. Los resultados apuntan a la conveniencia de esta estrategia para enseñar contenidos de ciencias, aunque parecen existir factores que determinan la eficacia de ésta, tales como la duración de la intervención o los estilos de enseñanza y aprendizaje. Además, no se han detectado diferencias significativas entre la indagación estructurada y guiada respecto a la adquisición de los contenidos por parte del alumnado participante.

Palabras clave: Indagación; masa; volumen; densidad; flotabilidad.

Introducción

La experiencia didáctica que presentamos forma parte de los resultados preliminares obtenidos en el proyecto de investigación «Diseño, evaluación y difusión de talleres basados en indagación para Educación Primaria», que surge con el objetivo principal de arrojar luz y respuesta a algunas de las preguntas que habitualmente se formulan maestros y profesores que imparten asignaturas de ciencias: ¿Qué recursos didácticos podría usar para enseñar ciencias? ¿Cómo podría hacerlo de forma que mis alumnos aprendan y desarrollen interés por las mismas? En este sentido, se ha optado por diseñar y testar una serie de talleres basados en la enseñanza por indagación destinados a la etapa de Educación Primaria, por dos motivos esenciales: (1) atenuar el deterioro de la actitud hacia la Ciencia desde edades tempranas y (2) facilitar a los docentes experiencias didácticas basadas en la indagación, dadas las dificultades que el profesorado de Educación Primaria suele tener para diseñar y desarrollar este tipo de actividades (Cortés et al., 2012; Porlán et al., 2011), y de este modo podrían disponer de ellas.

La enseñanza basada en indagación (IBSE, por sus siglas en inglés Inquiry-Based Science Education) se considera adecuada para desarrollar las competencias y habilidades propias de la Ciencia y adquirir los contenidos propios del área (Postigo y Greca, 2014). Se perfila como una estrategia que pretende trasladar al aula el «modus operandi» de la comunidad científica:

> «El proceso intencional de identificación y análisis de problemas, la distinción de alternativas y la evaluación de experiencias para resolverlos, la planificación de investigaciones, la construcción de modelos, la investigación sobre hipótesis, la búsqueda de

información, el debate entre compañeros y la construcción de argumentos coherentes» (Linn, Davis y Bell, 2004, p. 4).

Según el grado de libertad del alumnado, Windschitl (2003) establece cuatro modalidades de metodología IBSE que, de menor a mayor autonomía, van desde la confirmación de experiencias hasta la indagación abierta (el alumnado decide la pregunta que desea responder y el procedimiento a seguir), pasando por la indagación estructurada (el docente proporciona la pregunta y el procedimiento para hallar la respuesta) y la indagación guiada (el maestro proporciona la pregunta, pero los alumnos deciden el procedimiento para responderla). En cuanto a su implementación en el aula, una propuesta IBSE de cubrir las siguientes etapas (Martínez-Chico, 2013): (1) Identificar problemas o cuestiones de carácter científico; (2) Emitir hipótesis como posibles respuestas al problema o cuestión; (3) Planificar experimentos que confirmen o refuten las hipótesis emitidas; (4) Analizar e interpretar resultados; y (5) Extraer conclusiones y comunicarlas.

A la luz de la situación descrita, nuestra experiencia se justifica con la pregunta: ¿La metodología IBSE es una estrategia de enseñanza eficaz para enseñar ciencias? Asimismo, dado el carácter preliminar de este trabajo, su propósito es testar la eficacia de un taller orientado a la indagación para la enseñanza de la física con alumnos de la etapa de Educación Primaria.

Nuestra experiencia: el taller «Arquindaga»

El taller «Arquindaga» está dirigido a Educación Primaria. Sus objetivos son: (1) trabajar los conceptos de flotabilidad, densidad, masa y volumen; y (2) facilitar la comprensión de las interrelaciones que existen entre los conceptos trabajados. Así, los contenidos abordados se encuentran recogidos en el Bloque 4 «Materia y energía» del Real Decreto 126/2014 (MECD, 2014):

- «Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades.
- Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.
- Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido» (p.19).

El taller se ha diseñado conforme a la IBSE. Se presentan dos situaciones problema que los participantes deben resolver a partir de una indagación estructurada o guiada (Windschitl, 2003). Las situaciones problema son: (1) ¿el volumen de un objeto cambia si modificamos su masa?; y (2) ¿modificar la masa de un objeto influye en su flotabilidad en agua?

Contexto, participantes y duración de la experiencia

El taller se llevó a cabo en el mes de marzo de 2017 en un centro educativo concertado de Granada. Los participantes tenían edades comprendidas entre los 8 y 10 años, asistiendo un total de 93 niños (51 niñas y 42 niños).

Tras la aceptación de la oferta del taller por parte del centro, éste propuso la actividad para el alumnado del segundo ciclo de Educación Primaria, de esta forma asistieron cuatro grupos que oscilaron entre los 20 y los 25 participantes, impartiéndose una única sesión a cada uno de ellos.

Implementación del taller

La implementación del taller se estructuró en dos fases. Cada una de ellas se centró en uno de los objetivos didácticos. En primer lugar se usó la demostración como estrategia para explicar los conceptos de masa, volumen, densidad y flotabilidad, además de plantear las dos situaciones problema expuestas anteriormente. Posteriormente, se realizaron cuatro agrupaciones de 5 a 7 miembros para resolver los problemas planteados. En dos agrupaciones se empleó la indagación estructurada y en las otras dos, la guiada. Cada agrupación fue supervisada por un investigador (labor desempeñada por cuatro de los autores). A continuación, se detallan las descripciones de ambas fases:

Primera fase

Dos de los cuatro investigadores encargados de la implementación del taller inician una demostración para explicar los conceptos de masa, volumen, densidad y flotabilidad. Esta exposición consiste en la medición de la masa y volumen de distintos objetos, de forma que para medir la primera se emplearon balanzas electrónicas y para el segundo, probetas con agua. Para la explicación de los conceptos de densidad y flotabilidad se introdujeron distintos objetos dentro de un vaso de precipitados que contenía agua. Para finalizar, se formularon las dos situaciones problema que dan lugar a la emisión de hipótesis por parte del alumnado y al inicio de la segunda fase.

Segunda fase

En primer lugar, se organizan las cuatro agrupaciones y se les asigna una estrategia de indagación junto con un investigador, encargado de supervisar la resolución de las situaciones problema y resolver las dudas manifestadas por los alumnos. Se siguieron, como se ha comentado, dos procedimientos distintos:

(1) *Indagación estructurada*. El investigador presenta a los alumnos el material del que disponen (vaso de precipitados, huevo kínder, arroz, pesas de 10 y 20 gramos, agua y báscula electrónica) y hace una síntesis de las hipótesis expuestas por el alumnado. Acto seguido, retoma las dos situaciones problema y comienza a dar directrices concretas al alumnado para dar respuesta a las preguntas. Aquellas fueron: incrementar la masa del huevo kínder progresivamente, a fin de analizar si influye en el volumen de agua que el objeto mueve al introducirlo en el vaso de precipitados; y si la flotabilidad del objeto se ve afectada.

(2) *Indagación guiada*. El investigador inicia el proceso indagatorio al igual que en la indagación estructurada. Sin embargo, no aporta directrices concretas que permitan la resolución de los problemas planteados, sino que fomenta la discusión y reconduce las reflexiones del alumnado para que sean ellos quienes planifiquen el proceso que les permita responder a las preguntas.

Evaluación

La evaluación de la adquisición de contenidos se llevó a cabo al inicio del taller (pretest) y al término del mismo (postest). El instrumento utilizado fue un cuestionario ad-hoc de cuatro ítems con varias opciones de respuesta donde solo una es correcta, lo que nos ha permitido extraer algunas implicaciones educativas producto de la implementación de la metodología IBSE.

Análisis de resultados

Se han realizado análisis descriptivos según modalidad de indagación (estructurada o guiada) y para la adquisición de conocimientos por parte del alumnado, los cuales fueron evaluados en cuanto a la evolución de sus conocimientos. Además, se ha realizado la prueba U de Mann-Whitney para comprobar la existencia o no de diferencias significativas en cuanto a la adquisición de conocimientos del alumnado según la modalidad de indagación. Los resultados obtenidos para los análisis descriptivos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis de la adquisición de los contenidos trabajados

Modalidad de indagación	N	Progresan	No progresan	Involucionan
Estructurada	47	17	23	7
Guiada	46	13	24	9
Total	93	30	47	16

Podemos observar que los resultados obtenidos son ligeramente mejores en el caso de la indagación estructurada, dado que progresan en la adquisición de contenidos cuatro alumnos más que en la indagación guiada. No obstante, no se han detectado diferencias significativas entre ambas modalidades ($p = 0.327 > 0.05$). Estos resultados corroboran los obtenidos por Huhsman y Marley (2015).

Desde un plano general (Figura 1), el 51 % (n = 47) de los participantes mantienen el nivel de conocimiento que poseían sobre los conceptos trabajados (masa, volumen, densidad y flotabilidad). Ello podría estar condicionado por la duración de la intervención, pues se ha realizado en una única sesión. En este sentido, Weinburgh (1995) afirma que resulta muy complicado mejorar los conocimientos, aptitudes y actitudes del alumnado en una sola sesión. No obstante, el 32 % (n = 30) progresa satisfactoriamente en el conocimiento de estos conceptos. Por su parte, en el 17 % (n = 16) de los que no progresan existen distintas opciones que podrían justificar este hallazgo. Por un lado, desde la perspectiva del profesorado, habría que atender al estilo de aprendizaje de éste (Valdivia, 2001) y su predisposición por aprender (Alcañiz, Chuliá-Soler, Riera i Prunera, Rius y Santolino, 2016), pues ambas variables inciden directamente en el aprendizaje del alumnado. Por otro, desde la perspectiva del alumnado, habría que reparar en el estilo de enseñanza (Renes y Martínez-Geijo, 2016) y otros aspectos del profesorado como la motivación o la pasión por la enseñanza (Tabera, Álvarez, Hernando y Rubio 2015), dado que éstos actúan como moderadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

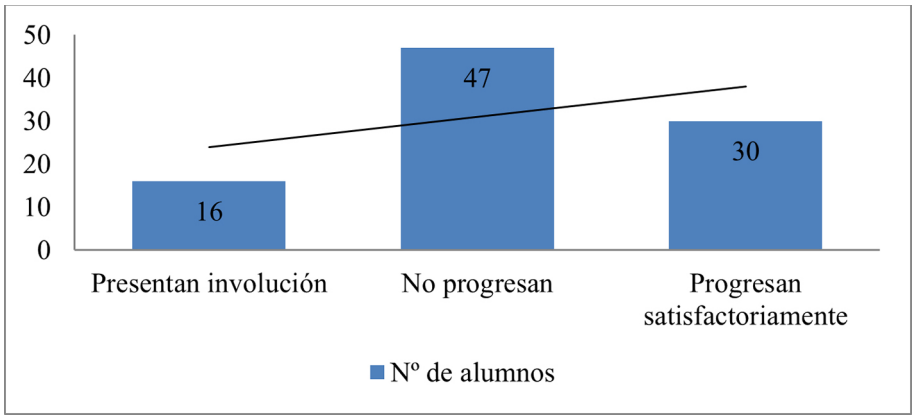


Figura 1. Análisis general de la adquisición de contenidos

Según lo expuesto en la Figura 1, podemos afirmar que existe una tendencia positiva en el aprendizaje de los contenidos trabajados durante el taller «Arquindaga». En este sentido, Bevins y Price (2016) afirman que la IBSE es una forma efectiva para enseñar y aprender ciencias, lo que Minner, Levy y Century (2010) justifican a través del rol activo que adquiere el alumnado en esta estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Conclusiones

El presente trabajo tiene por objetivo testar la eficacia del taller «Arquindaga» para enseñar contenidos de física con alumnos de la etapa de Educación Primaria. Los resultados obtenidos nos permiten concluir que:

(1) La metodología IBSE, considerando como factor limitante que la experiencia consta de una sola sesión, parece una estrategia adecuada para enseñar física.

(2) Las modalidades de indagación estructurada y guiada no presentan diferencias significativas en lo que a la adquisición de contenidos se refiere.

A fin de mejorar la fiabilidad y transferibilidad de los resultados obtenidos, el proyecto «Diseño, evaluación y difusión de talleres basados en indagación para Educación Primaria» contempla la implementación de otros talleres, también basados en metodologías IBSE, sobre otros núcleos temáticos relacionados con áreas como la Biología o la Química y con una mayor duración temporal.

Agradecimientos

Esta experiencia se enmarca dentro del proyecto «Diseño, evaluación y difusión de talleres basados en indagación para Educación Primaria (ref.: PPJI_B-01)» concedido por la Universidad de Granada. Además, hemos de agradecer al Fondo Social Europeo y a la Junta de Andalucía la financiación del contrato nº 6161 destinado a la contratación de joven personal investigador, al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la concesión de la beca FPU15/04972 y al grupo de investigación HUM-613, por participar en su formación.

Referencias bibliográficas

Alcañiz, M., Chuliá Soler, H., Riera i Prunera, M. C., Rius, A. y Santolino, M. (2016). Actitudes y rendimiento académico: querer es poder. Análisis de la influencia de los aspectos actitudinales en los resultados académicos universitarios. *Revista del CIDUI*, 3, 1-12.

Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, *38*(1), 17-29.

Cortés, A. L., de la Gándara, M., Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra J., Arlegui, J. y Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(3), 155-176.

Hushman, C. J. y Marley, S. C. (2015). Guided instruction improves elementary student learning and self-efficacy in science. *The Journal of Educational Research*, 108(5), 371-381.

Linn, M. C., Davis, E.A. y Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. New Jersey: Lawrence Erlbraum Associates.

Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza* (Tesis doctoral). Universidad de Almería. España.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. España.

Minner, D.D., Levy, A.J. y Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(4), 474–496.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A. Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, *29*(3), 353-370.

Postigo, D. y Greca, I. M. (2014). Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(nº extra), 264-273.

Renes, P. y Martínez-Geijo, P. (2016). Una mirada a los estilos de enseñanza en función de los estilos de aprendizaje. *Journal of Learning Styles*, *9*(18), 224-243.

Tabera, M. V., Álvarez, M. J., Hernando, A. y Rubio, M. (2015). Percepción de los estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud sobre las actitudes de los docentes y su influencia en el clima de aprendizaje. *Revista Complutense de Educación*, *26*(2), 275-293.

Valdivia, F. (2001). *Evaluación de los Estilos de Aprendizaje en Educación Primaria* (Tesis Doctoral). Universidad de Málaga. España.

Weinburgh, M. (1995). Gender Differences in student attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387–398.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), pp. 112-143.

Contribución al desarrollo de la competencia científica en alumnado de Educación Primaria desde el estudio de los seres vivos

Dayrén Mosquera Suárez y Susana García Barros

Universidad de A Coruña

dayrenmosquera@hotmail.com

Resumen:

Se presenta y evalúa una propuesta de enseñanza dirigida al desarrollo de la competencia científica, con alumnado de 3º curso de Educación Primaria, centrada en el estudio de los seres vivos. Se diseñaron actividades enfocadas al contacto directo con lombrices de tierra, y especialmente, al desarrollo de la observación e indagación. La evaluación se llevó a cabo a través del análisis de las respuestas escritas y de dibujos de los participantes mediante el uso de dossiers. Los participantes identifican con facilidad las características morfológicas más evidentes del animal, no tienen dificultades para proponer hipótesis sobre sus preferencias de hábitat, apreciándose que aquellos capaces de proponer observaciones controladas también elaboran conclusiones adecuadas. El alumnado es consciente del aprendizaje conceptual descriptivo, pero no del aprendizaje de habilidades de investigación.

Palabras clave: Competencia científica; indagación; Educación Primaria; seres vivos; invertebrados.

Fundamentación

El desarrollo de la capacidad de indagar es una intención educativa que desde hace décadas se viene defendiendo en la enseñanza de las ciencias. Esta capacidad se integra hoy perfectamente en la competencia científica, muy vinculada a la acción en contextos concretos y a la integración de saberes, pues en su marco se reconocen específicamente la capacidad de: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de la naturaleza, emplear pruebas científicas, etc. (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007).

El desarrollo de la competencia científica y, lógicamente, también de la indagación, se realiza en relación a los contenidos escolares, siendo los seres vivos un contexto clásico e ideal para ello (Cañal, 2008; Garrido y Martínez, 2009), no solo por su valor científico, sino también por el interés y motivación que suscita en el alumnado descubrir algo sobre ellos de forma más o menos autónoma y por la posibilidad de desarrollar en los niños/as actitudes de respeto hacia el medio y los organismos vivos. Por otra parte, el estudio de los seres vivos es un tópico clásico en los currículos escolares de todos los niveles educativos obligatorios, además a él se asocian 4 de las 10 grandes ideas clave que define Harlen (2010) para orientar la ciencia escolar. Cabe indicar que esta ciencia tiene la intención de promover la construcción de un modelo de ser vivo cada vez más adecuado, que sirva para explicar la realidad. Es decir, un modelo que se vaya complejizando paulatinamente y relacionándose a su vez con otros modelos y submodelos (Veglia, 2009).

El desarrollo de la competencia científica, y especialmente el de las capacidades a ella asociadas, demanda un tipo de actividades específicas que promuevan, en este caso, el contacto directo

con animales vivos para apreciar sus características, para indagar sobre sus reacciones, sobre las características del medio en el que viven, sobre la capacidad de los ejemplares para modificarlo, etc. Siguiendo a Pujol (2003) se trata de plantear actividades que promuevan el planteamiento de preguntas, su análisis, la emisión de hipótesis, la elaboración de ensayos/observaciones controladas, es decir, actividades que ejerciten no solo el hacer/observar sino también el pensar, actividades que ayuden a crear conocimiento sobre la lombriz. Pero las actividades también han de inducir a la reflexión sobre la acción y la reflexión sobre lo aprendido, desarrollando en los estudiantes capacidad y sentimiento de autonomía, espíritu crítico, actitud investigadora, responsabilidad, valores de respeto y cuidado hacia los animales y su medio, etc.

Objetivo

El objetivo principal de este trabajo es diseñar y evaluar una propuesta de enseñanza destinada a contribuir al desarrollo de la competencia científica en niños/as de 3º curso de Educación Primaria. Más específicamente la propuesta pretende desarrollar la capacidad de observación e indagación en el marco del estudio de los animales invertebrados, concretamente en el estudio de la lombriz de tierra.

Metodología

Se diseñó una propuesta de enseñanza, dentro una metodología mixta, dirigida al estudio de animales a través de experiencia directa, empleándose un tipo de invertebrado de fácil manejo en el aula –la lombriz de tierra-. La propuesta se articula en torno a una secuencia de actividades basada en una propuesta previa (García Barros y Martínez Losada, 2010) que se presenta al alumnado en el llamado "Cuaderno de investigador" con la intención de favorecer la contextualización. En la elaboración de la propuesta se tuvo en cuenta el desarrollo de la competencia científica, haciendo especial énfasis en el desarrollo de la capacidad de observación e indagación. Concretamente el diseño consta de cuatro tareas progresivamente más exigentes cuyas características se resumen a continuación: a) estudio morfológico del animal dirigido mediante preguntas más o menos cerradas –¿Cómo es el cuerpo de la lombriz?, ¿duro/blando….?, ¿tiene anillos, cuántos tiene, son todos iguales?, ¿cuánto mide?, construye un dibujo de tu lombriz–; b) movimiento de la lombriz, –¿Por dónde se mueven mejor las lombrices, por la tierra, por encima de cristal, papel…?, ¿qué tiene la lombriz que le facilita el movimiento?–; c) Indagando sobre las características del hábitat y el comportamiento del animal –¿En qué sitio prefieren estar las lombrices a la luz/oscuridad, en lugar húmedo/seco?, ¿las lombrices mueven la tierra? ¿Qué hago para comprobarlo? ¿Cuál es la conclusión?, exprésala mediante un dibujo– y d) Reflexión sobre lo aprendido –¿qué aprendí de las lombrices?–.

Esta propuesta de enseñanza fue presentada y consensuada con la profesora titular de 3º curso del colegio público de la ciudad de A Coruña en el que se desarrolló a largo de 4 sesiones, participando un total de 25 niños/as de entre 8 y 9 años. El cuaderno del investigador y las actividades incluidas en él se presentaron al gran grupo y fueron realizadas por parejas, aunque cada alumno debía responder individualmente a las preguntas en su cuaderno. El papel de la maestra/investigadora consistió básicamente en guiar al alumnado en el desarrollo de habilidades de investigación, orientando los ensayos, el control de variables, las discusiones, intervenciones, etc.

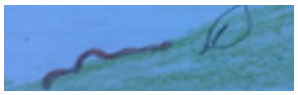
Las respuestas escritas y los dibujos aportados por los participantes en el cuaderno de campo fueron analizadas. Las respuestas cerradas se analizaron directamente, mientras las abiertas y los dibujos fueron analizados mediante el uso de categorías. La elaboración de las mismas se hizo de forma empírica leyendo las producciones y agrupando las respuestas por similitud. Las categorías empleadas se visualizan en las tablas incluidas en el apartado de resultados.

Resultados

Con relación a las características morfológicas de la lombriz (tabla 1), todos los participantes, menos uno, reconocen que su cuerpo es húmedo y blando, además un número considerable identifica la boca y 8 sujetos señalan ojos, a pesar de su ausencia como tales. Sin embargo solo 13, en pregunta abierta, identifican diferencias refiriéndose al cambio de color sin aludir a los anillos. Todos los participantes miden al animal en cm y 20 de ellos concretan el número de anillos (alrededor de 100), aunque solo 15 admiten la existencia de anillos diferenciados (correspondientes al clitelo) en respuesta a pregunta cerrada.

Con respecto al dibujo del animal, 13 niños/as realizan buenos dibujos con anillos diferenciados en posición más o menos central (clitelo) y todos, menos 3, habían reconocido tal diferencia previamente. El resto, hacen dibujos con anillos similares entre sí o sin anillos, a pesar de haber admitido su existencia e, incluso 6 de ellos, la existencia de anillos diferenciados.

Tabla 1: Características de la lombriz

CATEGORÍA			Nº ALUMNOS
Características del cuerpo	Blando		24
	Húmedo		24
	Reconocen partes diferenciadas		13
	Tiene ojos		8
	Tiene boca		20
	Mide	Menos de 10 cm	15
		10 cm o más	10
	Anillos	Especifica el número	20
		Observa anillos diferenciados	15
Dibujo de la lombriz	Se incluyen anillos diferenciados		13
	Se incluyen anillos sin diferenciar		6
	No se incluyen anillos		6

Todos los alumnos/as admiten, tras realizar las pruebas propuestas, que las lombrices se mueven mejor en tierra que sobre otros materiales. Además 14 vinculan la capacidad de movimiento a características morfológicas específicas (anillos, “es pringosa”, etc.) y 5 al tipo taxonómico –invertebrado–.

En lo que respecta a la indagación sobre las preferencias de hábitat de las lombrices (Tabla 2), 16 niños/as predicen que las lombrices prefieren la oscuridad, centrando sus justificaciones en referencias genéricas a la observación, en que los animales se esconden o se secan a la luz. Solo dos de los 7 sujetos que predicen que las lombrices prefieren la luz elaboran una justificación concreta, centrada en su necesidad para la orientación. Independientemente de las predicciones, la mayoría (22 sujetos) proponen la observación controlada del comportamiento animal ofreciendo dos posibilidades (luz/oscuridad), sirva de ejemplo la siguiente frase textual: *“Poniéndola en la luz y después en la oscuridad, para ver donde está más tiempo”.* Cabe señalar que 19 de los 22 alumnos/as concluyen que las lombrices se dirigen a la oscuridad mediante un dibujo. Por otra

parte, todos los niños/as predicen que las lombrices prefieren medio húmedo, justificándolo con referencias genéricas a la observación, a que la humedad facilita el movimiento, etc. Para comprobar sus predicciones 14 de ellos proponen una observación controlada, sirva también de ejemplo la siguiente frase textual *"Poniendo en la caja tierra húmeda y seca, viendo si va a la mojada o a la seca".* De estos 14 sujetos 12 elaboran conclusiones adecuadas.

Tabla 2. Indagación. Preferencia de hábitat de las lombrices

CATEGORÍA				Nº alumnos
Indagación sobre preferencia de hábitat luz/ oscuridad	Hipótesis justificadas	Prefieren luz Nº=7	Porque los seres vivos necesitan luz	3
			Para orientarse	2
			Otros	2
		Prefieren oscuridad Nº 16	Porque la luz seca	7
			Porque se observa en el terrario	5
			Como escondite	3
			Otros	1
		NS/NC		2
	Ensayo propuesto	Observación simple		3
		Observación controlada		22
	Conclusión sujetos que proponen observación controlada Nº=22	Dibujo refleja que las lombrices prefieren la oscuridad		19
		Dibujo incompleto – indeterminado-		3
Indagación sobre preferencia de hábitat húmedo/seco	Hipótesis justificadas	Prefieren medio húmedo Nº=25*	Porque se observa en el terrario	7
			Porque están húmedas	2
			Porque les facilita el movimiento	10
			Otros	8
	Ensayo propuesto	Observación simple		9
		Observación controlada		14
		Otros/NC		2
	Conclusión sujetos que proponen observación controlada Nº=14	Dibujo refleja que las lombrices prefieren medio húmedo		12
		Dibujo incompleto – indeterminado-		2

*Cada participante pudo dar más de una razón

Respecto a los cambios que producen las lombrices en el medio, 22 participantes predicen que moverán la tierra de los terrarios construidos y situados en la oscuridad. Los alumnos recogen datos en una tabla diariamente durante una semana, señalando todos ellos mezcla de capas y presencia de túneles, aunque únicamente 14 participantes expresan ambos aspectos en los dibujos exigidos como conclusión (tabla 3).

Respecto al reconocimiento de lo aprendido, la mayoría de los participantes aluden a las características morfológicas (la forma) y al movimiento. Un número inferior de sujetos, entre 8 y 13, reconocen haber aprendido características del hábitat (preferencias oscuridad/humedad y cambios en el medio) (tabla 4). Ningún sujeto dice haber aprendido habilidades de indagación (manipulación de animales, diseño/realización de pruebas, recogida de datos, observación) pese a haber contextualizado la tarea en la faceta investigadora.

Tabla 3. Indagación sobre cambios en el medio. Conclusiones representadas mediante dibujos

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIBUJOS						Nº alumnos
1. Identifica túneles y realiza dibujo final de capas mezcladas						14
2. Identifica túneles y no realiza dibujo final de capas mezcladas						10
3. No Identifica túneles y realiza dibujo final de capas mezcladas						1
Ejemplos de dibujos	1.		2.		3.	

Tabla 4: Reconocimiento de lo aprendido

CATEGORÍAS			Nº alumnos
Características morfológicas	Forma		19
	Tamaño		9
Movimiento			20
Hábitat	Preferencias	Humedad	8
		Oscuridad	13
	Mezcla de tierra		11

Conclusiones, discusión e implicaciones

a) Los participantes identifican las características más evidentes del animal (cuerpo blando/húmedo) teniendo más dificultades para apreciar detalles (características de los anillos) que a pesar de que reconocen su existencia, no siempre son capaces de plasmarlos en dibujo.

b) Respecto a las capacidades asociadas a la indagación, se aprecia que los participantes:

- Proponen hipótesis sobre las preferencias del hábitat de los animales, plantean y realizan observaciones controladas para comprobarlas, mostrando más dificultad en el estudio de una de las preferencias (medio húmedo/seco). Además la mayoría de los sujetos que proponen observaciones controladas extraen conclusiones adecuadas.

- Recogen adecuadamente datos sobre los cambios en el medio promovidos por los animales investigados, mostrando más dificultades para plasmar en dibujo las conclusiones (detalles completos de dichos cambios).

c) Los niños/as reflexionan sobre lo aprendido centrándose en los conocimientos morfológicos descriptivos, más que en los resultados de la indagación. Ninguno reconoce el aprendizaje de procedimientos de indagación.

Las actividades realizadas utilizando animales vivos han sido interesantes para los participantes, y así lo han reconocido (datos no mostrados por problema de espacio). Sin embargo como se recoge en las conclusiones se aprecian algunas deficiencias en lo que respecta a la capacidad de plasmar en un dibujo detalles de las observaciones realizadas o las conclusiones de la indagación, por lo que quizás habría sido necesario exigir que las conclusiones se realizaran por escrito, además de mediante dibujos, a pesar del valor de los mismos en estas edades. Por otro lado resulta preocupante la limitada reflexión que los participantes han hecho de los aspectos aprendidos, centrados en las características más evidentes del animal, omitiendo varios de ellos los aspectos aprendidos a través de la indagación o las propias habilidades de este tipo que fueron

puestas en juego. Quizás lo indicado responda a la escasa experiencia en la realización de indagaciones y también de reflexiones sobre lo aprendido. La insistencia en este aspecto debería ser relevante en el diseño de tareas y en el manejo del aula, pues resulta crucial para el desarrollo de la autonomía y la responsabilidad del alumno, el desarrollo del espíritu crítico, etc. (Pujol, 2003).

Este estudio forma parte del Proyecto financiado por MINECO EDU2016-79563-R

Bibliografía

Cañal, P. (2008). *Investigando los seres vivos*. Sevilla: Díada Editora.

Cañas, A., Martín-Díaz, M.J. y Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica.* Madrid: Alianza Editorial.

García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2010). Indagando con animales pequeños en el aula de primaria. *Padres y maestros*, (334), 19-25.

Garrido, M. y Martínez, C. (2009). ¿Qué enseñar sobre los seres vivos en los niveles educativos iniciales?. *Aula de Innovación Educativa,* (183-184), 34-36.

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Veglia, S. (2009). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo. Claves para la reflexión didáctica y la planificación.* Madrid: Editorial Cep.

El desarrollo del Pensamiento Crítico mediante temas de NdCyT: una experiencia en Educación Primaria

Vanessa Ortega-Quevedo y Cristina Gil Puente
Universidad de Valladolid
vanessaortegaquevedo@gmail.com

Resumen:

El objetivo principal de esta investigación es el desarrollo del Pensamiento Crítico (PC) de estudiantes de Educación Primaria mediante la enseñanza de temáticas relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). En concreto se presentan los resultados del análisis cualitativo de los datos recogidos durante la implementación de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA). Los instrumentos de recolección de datos empleados son el diario de clase y las producciones realizadas por los estudiantes. El número total de participantes con los que se ha implementado la SEA son 177. Como resultado, se ha observado que los educandos reconstruyen su conocimiento incluyendo contenidos sobre NdCyT, así como que ponen en práctica deliberadamente habilidades de PC. En consecuencia, la experiencia se ha considerado exitosa.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, desarrollo del Pensamiento Crítico, Educación Primaria.

Introducción

La sociedad actual demanda que la educación promueva el desarrollo de capacidades como las de Pensamiento Crítico (PC). El informe *Work Skills 2020* elaborado por el instituto de investigación de la universidad de Phoenix (Davies, Fidler y Gorbis, 2011) prevé que en 2020 la demanda de capacidades cognitivas y sociales de carácter superior, como el PC, serán solicitadas para ocupar la mayor parte de los puestos de trabajo. Es por tanto necesario que el sistema educativo se haga cargo de formar al alumnado para que desarrollen su PC. Esta investigación pretende potenciar el desarrollo los procesos de PC a partir de la enseñanza de las ciencias experimentales. Esto se debe a que las habilidades de PC se identifican con las competencias atribuidas a los científicos por distintos estudios de sociología y filosofía de la ciencia. Esta conexión permite visualizar cómo la enseñanza de la ciencia es un contexto propicio para fomentar el desarrollo del PC y viceversa.

En base a esta línea de pensamiento se enmarca el desarrollo de habilidades de PC dentro del ámbito de la enseñanza que aboga por la inclusión de temas de NdCyT en las aulas. Dicho enfoque está orientado hacia la alfabetización científica para todos y reconoce los temas de NdCyT como elementos clave para la consecución de dicha alfabetización (Vázquez, Manassero, Acevedo y Acevedo, 2007). En concreto, teniendo en cuenta algunas características del conocimiento científico según los expertos, se puede observar su relación con las habilidades de PC. Por ejemplo: la constante apertura a la revisión del conocimiento científico, el conocimiento científico presupone orden y consistencia en los sistemas naturales y se basa en pruebas empíricas y argumentación, las investigaciones científicas usan una variedad de métodos para construir

modelos, etc. En suma, NdCyT sintetiza los rasgos históricos, sociales, epistemológicos y de valores que caracterizan al pensamiento científico, los cuales abordan destrezas propias del PC.

Una de las líneas centrales de investigación en torno a la enseñanza de temas relacionados con la NdCyT es establecer formas efectivas de enseñar temáticas tan complejas (Acevedo, 2009). En este sentido, los resultados obtenidos en distintos estudios del área señalan que la enseñanza explícita de los contenidos de NdCyT mejora la comprensión de los mismos, en comparación con la enseñanza implícita (Deng, Chen, Tsai y Chai, 2011). En consecuencia, se determinan dos circunstancias clave para la enseñanza de la NdCyT: el carácter explícito de la misma y la puesta en práctica de actividades meta-cognitivas de auto-reflexión (Acevedo, 2009). Ambas características son comunes al desarrollo del PC, lo cual enlaza nuevamente estos dos constructos (Saiz, 2002).

Por último, es preciso mencionar algunos estudios que han investigado sobre la enseñanza del PC y de la NdCyT en conjunto. (1) Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins (2010) determinan que "la enseñanza de las ciencias basada en el PC tendrá la capacidad de cambiar el comportamiento de los alumnos haciéndoles pasar de un pensamiento automático hacia otro decisivo" (p.97). (2) McDonald y McRobbie (2012) demuestran que la comprensión de NdCyT mejora la habilidad de argumentación (PC) y viceversa. (3) Torres y Solbes (2016) hacen ver como las cuestiones socio-científicas influyen en aspectos de PC, mientras el PC es necesario para cuestionar la información y asumir una posición en relación con dichas cuestiones sociocientíficas.

Objeto de estudio y diseño metodológico

Esta investigación es un extracto de un proyecto que mantiene el mismo objeto de estudio. Este objetivo central es: el desarrollo de habilidades de PC en estudiantes de Educación Primaria mediante el tratamiento de temas de NdCyT.

Con el fin de cumplir dicho objeto de estudio se realiza el diseño metodológico reflejado en la Tabla 1. Este contempla la evaluación preliminar y final de las habilidades de PC (argumentación, razonamiento verbal y probabilidad) y de las nociones de NdCyT (concepciones sobre: influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, construcción social de la tecnología) concretas que se quieren estudiar; así como la implementación de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) diseñada para procurar la mejora de estas habilidades y concepciones a partir del trabajo de una temática tan relevante como es la energía.

Tabla 1. Diseño de investigación principal

	Grupos	**Pre-test: evaluación**	**Implementación de la SEA**	**Post-test: evaluación**	**Seguimiento**
Grupos	Experimentales	PC + COCTS	Intervención: diario de clase + producciones infantiles	PC + COCTS	Entrevistas
	Control	PC + COCTS		PC + COCTS	

En concreto, se presenta el análisis cualitativo de los datos obtenidos durante el proceso de implementación de la SEA para poder mostrar las evidencias obtenidas del proceso de reconstrucción del conocimiento que realizaron los discentes durante esta fase de la investigación.

Metodología, instrumentos de recogida de datos y análisis

En esta fase de la investigación se emplearon metodologías de recogidas de datos cualitativas, como son la observación participante registrada en el diario de clase y el análisis documental de las producciones de los estudiantes.

Asimismo, con el fin de realizar el análisis de los datos recopilados se estableció una categorización en base a la fundamentación teórica (ver Tabla 2). Finalmente, se determinan unos ítems de observación (IO) que facilitan la relación entre los contenidos trabajados y la expresión de los contenidos transversales se que pretende analizar (PC y NdCyT) (ver Tabla 3).

Tabla 2. Categorías del análisis cualitativo

A	Las concepciones sobre la toma de decisiones con respecto a los asuntos científicos.
B	Las concepciones sobre los equilibrios entre los efectos positivos y negativos de la CyT.
C	Las concepciones sobre la dependencia del uso de una nueva tecnología.
D	Las concepciones sobre el control del desarrollo tecnológico.
E	Habilidad de PC: comprobación de hipótesis.
F	Habilidad de PC: análisis de argumentos.
G	Habilidad de PC: razonamiento verbal.

Tabla 3. Ítems de observación en relación con las categorías de análisis

IO		Categorías de análisis
1	Debate de consolidación de la primera sesión de la SEA	A, B, E, F, G
2	Debate de consolidación de la segunda sesión de la SEA	A, B, D, E, F, G
3	Debate de consolidación de la tercera sesión de la SEA	A, B, C, D, E, F, G

Contexto

El diseño de investigación se ha implementado en 5 centros educativos públicos de Segovia, sin embargo solo se ha puesto en práctica la SEA en 4 de ellos (véase Tabla 4).

Tabla 4. Esquema de contenidos de la SEA aplicada. Basado en Ortega-Quevedo (2017)

Centro	Nivel sociocultural de las familias según el centro	Líneas	Líneas participantes	Total de estudiantes
1	Medio	2	2 Grupos Experimentales (GE)	43
2	Bajo	2	2 GE	36
3	Medio-bajo	2	1 GE	19
4	Medio-alto	1	1 GE	19
				117

Instrumentos didácticos

Con el fin de enseñar los conceptos de NdCyT, así como mejorar las habilidades de PC seleccionadas, se ha puesto en práctica la SEA denominada "Estoy presente en todas las partículas de universo" (Ortega-Quevedo, 2017) (ver Tabla 5). Dicha SEA hace un tratamiento explícito de los temas de NdCyT de una forma trasversal a través de la enseñanza de contenidos del currículo de Educación Primaria (bloque 4, Materia y Energía). Este tratamiento se introduce mediante preguntas de inducción a la reflexión y tertulias dialógicas. Asimismo, los planteamientos didácticos que se implementan exigen que el alumnado identifique y ponga en práctica las habilidades de PC que se pretenden desarrollar.

Tabla 5. Esquema de contenidos de la SEA aplicada. Basado en Ortega-Quevedo (2017)

	Actividades iniciales	**Actividades de introducción de contenidos. Se genera un diálogo con el alumnado (escuchan preguntan) como repaso y ampliación de los conceptos**	**Actividades de consolidación**
Sesión 1	Rutina de pensamiento: generar, clasificar, conectar y elaborar.	Energía, propiedades y sus manifestaciones.	Se realiza una ficha por parejas que contiene preguntas que inducen a la reflexión. Seguidamente te pone en común dichas respuestas generando debates.
Sesión 2	Rutina de pensamiento: veo, pienso, me pregunto.	Energías renovables y no renovales e impactos ambientales relacionados con la energía.	
Sesión 3		Facturación hidráulica y sus consecuencias	

Resultados

IO 1

En todos los centros, a excepción del segundo, el grupo de estudiantes más aventajado comenzó dirigiendo el debate. Estos discentes partieron de las respuestas a las preguntas planteadas y orientaron el diálogo (argumentación y comprobación de hipótesis) hacia las cuestiones que les suscitaban más incertidumbre (diferenciación entre el uso de la energía para sobrevivir, para hacernos la vida más fácil y el derroche de la energía; reflexión sobre los procesos de obtención de suministro eléctrico en los distintos tipos de centrales eléctricas y los costes en relación con este). De esta forma, se trabajaron los puntos destacados, permitiendo al resto del alumnado ir sumando sus impresiones y dudas al debate.

Ejemplo de evolución de respuestas del alumnado (producción 1, centro 2, grupo 3 formado por dos alumnos). Pregunta: ¿es necesario consumir energía? Respuestas: (1) *sí porque no tendríamos ni luz ni nada artificial*. (2) *la energía nos mantiene vivos, sin ella no nos podríamos mover o respirar y nos hace la vida más fácil con la luz eléctrica*.

Por otra parte, en el centro 2, este proceso dialógico ha resultado un esfuerzo extra para el alumnado, ya que no conseguían expresar sus ideas de forma oral. En consecuencia, los procesos de argumentación, comprobación de hipótesis y razonamiento verbal fueron menores que en el resto de centros.

IO 2

Al igual que en el IO anterior la iniciativa en los distintos grupos partió de los estudiantes más aventajados guiando e induciendo al resto a participar en el proceso dialógico. En este caso, los discentes han dirigido el debate hacia: los beneficios del uso de fuentes de energía no renovables y renovables; las diferencias existentes entre los recursos energéticos de los que dispone el territorio español y los recursos que se utilizan en el territorio; las formas de evitar los peores impactos ambientales, mediante el aprovechamiento de fuentes de energía próximas y/o renovables. Asimismo, durante todo este proceso se perciben dos cuestiones de interés: (1) la repetición del patrón del IO 1 en relación a las categorías E, F, y G. (2) La reconducción, por parte de los participantes, de reflexiones profundas sobre las categorías A y B.

Ejemplo de evolución de respuestas del alumnado (producción 2, centro 4, grupo 5 formado por dos alumnas). Pregunta: ¿Qué ventajas tienen las fuentes de energía renovable y no renovable? Respuesta: (1) *las formas renovables no se acaban, en cambio las formas renovables se pueden acabar*. (2) *las formas de energía renovable no se acaban y la mayoría no contaminan. La energía no renovable como el petróleo consigue más energía.*

IO 3

En el tercer IO la iniciativa del alumnado se mantiene del mismo modo que los anteriores. Es decir, los estudiantes de todos los centros a excepción del dos iniciaron el debate con interés en comprobar y reconstruir su conocimiento sobre el *fracking*. En este caso, las cuestiones que suscitaron mayor interés fueron: las posibles consecuencias de la implementación de ciertas tecnologías y la anteposición de los beneficios de unas pocas personas sin tener en consideración los perjuicios y el deterioro del modo de vida de otras. Por otra parte, los participantes del centro 2 no consiguieron llegar a este grado de reflexión en el tiempo estimado.

Ejemplo de evolución de respuestas del alumnado (producción 3, centro 1, grupo 7 formado por un alumno y una alumna). Pregunta: ¿Por qué muchos países invierten en centrales de *fracking*? Respuesta: (1) *para obtener petróleo y gas*. (2) *para obtener petróleo y gras y crear puestos de trabajo y ahorrarse el dinero de comprar petróleo y gas a otros países, aunque sea malo para el medio ambiente*.

Por último, cabe destacar la capacidad del alumnado del centro 1, 3 y 4 para identificar enunciados relacionados con las habilidades contempladas en las categorías E, F y G; así como en la profundización de las reflexiones sobre A, B, C y D.

Conclusiones

En conclusión, la implementación de la SEA ha conseguido que la mayor parte de los educandos haya logrado reconstruir sus conocimientos consiguiendo una mejora significativa de sus concepciones sobre los temas de NdCyT. Asimismo, también se han percibido mejoras en las habilidades de PC, pues el diseño de la experiencia obliga a los estudiantes a identificar y emplear las mismas. De este modo se concluye que la puesta en práctica ha sido exitosa, ya que facilita el proceso de reconstrucción del conocimiento de los alumnos en relación a los factores de objeto de estudio (PC y NdCyT). No obstante, se pueden incluir mejoras en la SEA que permitan un desarrollo mayor del alumnado, sobre todo en casos como el centro 2. Dichas mejoras radican en dos cuestiones: (1) ampliar el tiempo dedicado a asentar los contenidos curriculares básicos, y (2) realizar sesiones previas en las que los dicentes puedan acostumbrarse a una metodología dialógica y activa.

Bibliografía

Acevedo, J.A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6*(3), 355-386.

Davies, A., Fidler, D., y Gorbis, M. (2011). *Future Work Skills 2020*. University of Phoenix research institute.

Deng, F., Chen, D.T., Tsai, C.C., y Chai, C.S. (2011). Students' views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, *95*(6), 961–999.

McDonald, C.V., y McRobbie, C.J. (2012). Utilising Argumentation to Teach Nature of Science. En B.J. Fraser, K.G. Tobin, y C.J. McRobbie, (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 969-986). Dordrecht: Springer.

Ortega-Quevedo, V. (2017). El desarrollo del Pensamiento Crítico en Educación Primaria a través de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje que incluye temas de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Valladolid, Segovia.

Saiz, C. (2002). Enseñar o aprender a pensar. *Escritos de Psicología*, 6, 53-72.

Torres, N.Y., y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(2), 43-65. Doi: 10.5565/rev/ensciencias.1638.

Vázquez, A., Manassero, M.A., Acevedo, J.A., y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6*(2), 331-363.

Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., y Martins, I. (2010). Pensamiento crítico y literacia científica. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 65*, 96-103.

Prueba piloto de un modelo STEM integrado con programación computacional

Ragu Bogdan Toma y Jesús Ángel Meneses Villagrá
Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de Burgos
rbtoma@ubu.es

Resumen

En este estudio se presenta un modelo piloto de educación STEM integrado que incluye la programación computacional y se evalúa el impacto de una implementación de 12 sesiones en las actitudes hacia la asignatura Ciencias de la Naturaleza y en la adquisición de procedimientos científicos en una muestra compuesta por 70 estudiantes de 5º y 6º curso de Educación Primaria. Los resultados obtenidos a través de la escala SSAS muestran que el modelo contribuye a mejorar significativamente las intenciones de los estudiantes de estudiar ciencias, el disfrute durante las clases de ciencias, y la percepción de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza como más relevante para la vida cotidiana y más útil para futuros estudios. No obstante, se han registrado dificultades en la adquisición de procedimientos científicos, valorados mediante una rúbrica, más específicamente los relacionados con la formulación de preguntas de investigación e hipótesis.

Palabras clave: actitudes, Ciencias de la Naturaleza, Educación Primaria, procedimientos, STEM

Introducción

En las últimas décadas, se viene registrado un generalizado desarrollo de actitudes negativas hacia la ciencia (Osborne, Simon y Collins, 2003), registrándose una drástica disminución en el número de matrículas universitarias en grados de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) (OECD, 2008). Más específicamente, en España, en el curso académico 2014-2015, se ha registrado una disminución del 28,7% y un 22,8% de matrículas en estudios de ingeniería y ciencias con respecto al curso 2004-2005, respectivamente (MECD, 2016). Además, existe una baja presencia de mujeres en titulaciones universitarias de ingeniería y arquitectura, con matriculaciones que apenas alcanzan el 25.35% del total de estudiantes, y con un porcentaje de egresadas de tan solo un 0.6% en estudios superiores de Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y del 2.5% en Ciencias naturales, químicas, físicas y matemáticas (INE, 2017).

Algunos autores han argumentado que el desarrollo de actitudes negativas puede deberse al uso de métodos tradicionales para la enseñanza de las ciencias (Denessen, Vos, Hasselman y Louws, 2015; Hacieminoglu, 2016). Aunque son numerosas las propuestas STEM que se vienen desarrollando para revertir esta situación (NAE y NRC), existe una ausencia de estudios que evalúen el impacto de estas propuestas en el aprendizaje de las ciencias y en el desarrollo de actitudes hacia la misma, especialmente en la etapa de Educación Primaria.

En consecuencia, el objeto de este estudio es presentar un modelo de educación STEM integrada que incluye la programación computacional, y evaluar los efectos de su implementación piloto en las actitudes de los estudiantes hacia la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y en la adquisición de competencias científicas propia de procesos indagatorios.

Fundamentación teórica

El modelo de educación propuesto concibe la educación STEM como la integración de las cuatro disciplinas (Bybee, 2013). Brevemente, al comienzo de la unidad didáctica, se plantea a los estudiantes una situación problemática de relevancia social y tecnológica, basada en los contenidos curriculares de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (p. ej. ¿Qué calidad tiene el agua del río Arlanzón?). A continuación, utilizando una metodología de indagación acoplada (Martin-Hansen, 2002), los estudiantes desarrollan investigaciones para adquirir los conocimientos básicos necesarios para poder comprender la situación problemática, introduciendo de este modo la disciplina científica de STEM.

Durante la fase de indagación, los estudiantes programan computacionalmente una tarjeta microcontroladora utilizando lenguaje de programación visual para convertirla en diferentes sensores de medición de datos (p.ej. termómetro, medidor de volumen), introduciéndose así el componente Tecnológico del enfoque STEM. Posteriormente, los estudiantes emplean el proceso de diseño ingenieril (Bybee, 2011) para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante la fase de indagación acoplada al diseño y construcción de una solución tecnológica que ayude en la resolución del problema inicial, abordando así la disciplina de Ingeniería presente en los planteamientos STEM integrados. Las Matemáticas se trabajan de forma integrada y transversal a lo largo de toda la unidad para el registro e interpretación de los datos.

Durante la unidad diseñada para el estudio piloto, los estudiantes analizaron la calidad de agua de diferentes ríos, diseñando y construyendo un proceso de purificación y filtrado de agua mediante el estudio de los parámetros físicos de la calidad del agua y de las técnicas físicas de separación de mezclas. En la figura 1 se recoge el modelo de educación STEM propuesto.

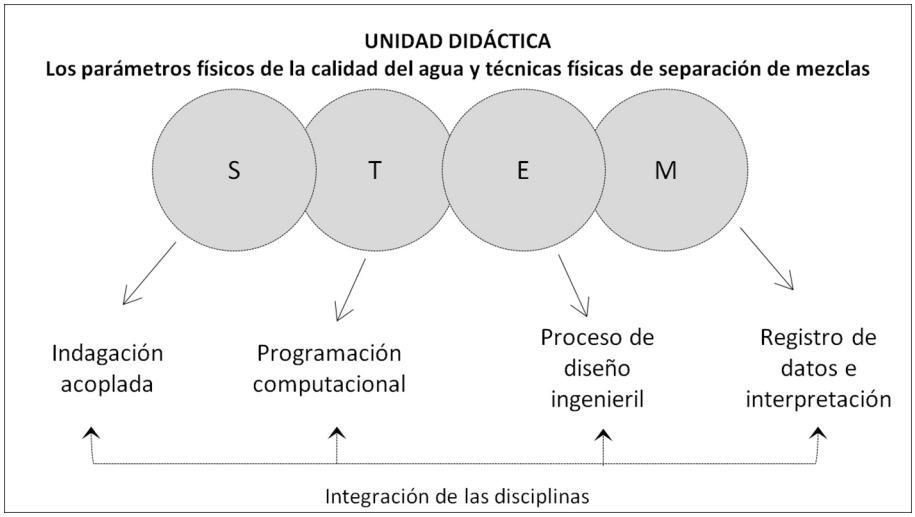


Figura 1. Modelo piloto de Educación STEM integrada con programación computacional

Metodología

Muestra

Un total de 70 estudiantes de 5º y 6º curso de Educación Primaria (M_{edad} = 10.55; SD_{edad} = .765; 34.3% niñas) provenientes de tres escuelas de la provincia de Burgos por medio de un muestreo de conveniencia, participaron en un programa de enriquecimiento curricular de una semana de duración, asistiendo al proyecto STEM en un ambiente de aula formal durante doce sesiones de aproximadamente una hora de duración cada una.

Instrumentos

Actitudes hacia la ciencia SSAS

La escala SSAS (Kennedy, Quinn y Taylor, 2016) fue administrada al principio y al final de la implementación del programa. Se trata de una escala que mide 4 constructos unidimensionales y 2 constructos multidimensionales de las actitudes hacia la ciencia a través de medidas de un único ítem (ver tabla 1).

Tabla 1. Constructos e ítems de la escala SSAS

Constructo	Ítem
Intenciones de estudiar Ciencias	1. Es muy probable que me apunte a asignaturas de ciencias en la ESO (LT)
Disfrute	2. Pienso que la ciencia es: (SD Aburrida – Divertida)
Dificultad	3. Me cuesta completar las tareas de Ciencias Naturales (LT)
Auto-eficacia	4. Pienso que soy muy bueno/a en Ciencias Naturales (LT)
Utilidad	
Utilidad para estudios de ciencias	5. Trabajar como científico/a sería interesante (LT)
Utilidad para estudios personales	6. Para mis futuros estudios, los conocimientos de las clases de Ciencias naturales son: (SD Inútiles – útiles)
Relevancia	
Relevancia social	7. La ciencia ayuda a mejorar la vida (LT)
Relevancia personal	8. Quiero aprender sobre las plantas (LT) 9. Para mi vida cotidiana, creo que Ciencias Naturales es (SD poco importante – muy importante) 10. Quiero aprender sobre la electricidad y saber cómo se usa en una casa(LT)

LT: ítems de tipo-Likert de 5 opciones; SD: ítems de diferencial semántico de 5 opciones

Prueba de adquisición de procedimientos científicos

A partir de los estándares de aprendizaje evaluables de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de la Naturaleza (LOMCE, 2013) y de los procedimientos científicos clave recogidos por el NRC (2012), se ha conformado una prueba final enfocada a evaluar la capacidad de los estudiantes para (I) Formular preguntas de investigación, (II) formular hipótesis, (III) desarrollar investigaciones siguiendo las fases del método de indagación científica, (IV) identificar los materiales necesarios, (V) registrar y analizar datos, (VI) proponer una solución a la pregunta de investigación. La prueba consiste en la situación problemática siguiente, "Mark ha encontrado en una montaña dos fuentes de agua, pero no sabe cuál puede beber" y cuatro preguntas de respuesta abierta: *P1: ¿Cuál es el problema de Mark? Escribe una pregunta de investigación que le ayude a resolver este problema; P2: ¿Cuál crees que puede ser la respuesta al problema de Mark? Formula hipótesis investigables; P3: Diseña un experimento que responda al problema de Mark, indicando los pasos que debe seguir y el material que va a necesitar; P4: Mark ha analizado ambas aguas, obteniendo los siguientes resultados […] Interpreta estos resultados y ofrece una solución a su problema.* Las respuestas de los estudiantes fueron evaluadas utilizando una rúbrica de 0 a 3 puntos (no incluida por motivos de espacio). La prueba final fue administrada al finalizar la implementación del modelo STEM propuesto en este estudio.

Resultados

Escala SSAS

El test Rangos de Wilcoxon ha revelado que, tras la implementación del modelo STEM, las niñas y los niños mostraron mejores actitudes hacia tres y dos constructos de las actitudes hacia la ciencia, respectivamente. Más específicamente, las niñas han obtenido una puntuación significativamente mejor en los constructos "intenciones de seguir estudiando ciencias" z = -2.125, p = .034, "disfrute de las clases de ciencias", z = -2.071, p = .038, y en la "relevancia de la ciencia escolar para la vida cotidiana" z = -2.180, p = .029. Por otro lado, los niños han obtenido una puntuación significativamente más alta en los constructos "disfrute de las clases de ciencias", z = -4.523, p < .00, y en "utilidad de la ciencia escolar para futuros estudios", z = -2.136, p = .033.

Previo a la implementación, la prueba U de Mann-Whitney reveló la existencia de una diferencia significativa entre las actitudes de los niños y las niñas en dos constructos de la escala SSAS. Así, los niños han reportado puntuaciones significativamente más altas en "intenciones de seguir estudios de ciencias" (U = 361, z = -2.481, p = .013) y en "relevancia de la ciencia escolar para la vida cotidiana" (U = 348.5, z = -2.534, p = .011) que las niñas. Tras la implementación, estas diferencias se mantuvieron, y además, los niños han reportado actitudes significativamente más positivas que las niñas en otros tres constructos más: "disfrute durante las clases de ciencias" (U = 296, z = -3.317, p = .001), "dificultad de la ciencia escolar" (U = 384, z = -2.166, p = .030) y "utilidad de la ciencia escolar para futuros estudios" (U = 373.5, z = -2.307, p = .021) (ver figura 2).

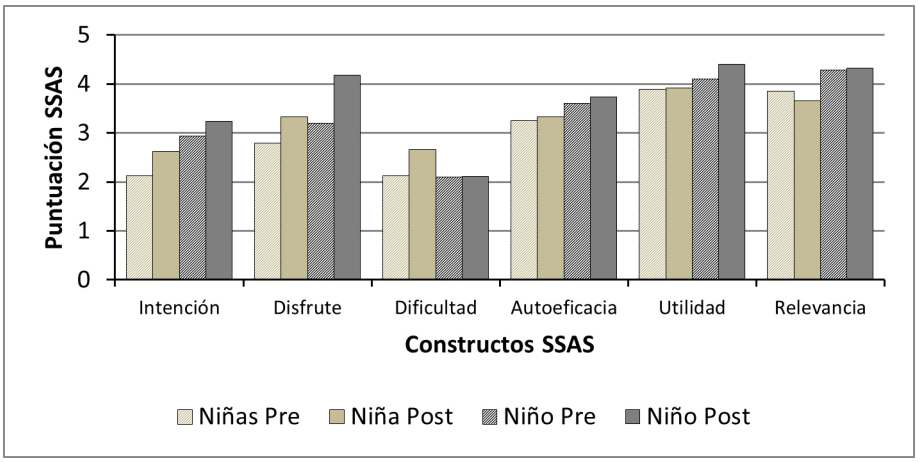


Figura 2. Resultados escala SSAS en el pre y post test

Prueba de adquisición de procedimientos científicos

Teniendo en cuenta una puntuación mínima de 0 y una máxima de 18 puntos, los niños y las niñas han obtenido en la prueba de procedimientos una puntuación media de 9.24 (SD = 2.09, Md = 9) y 10.3 (SD = 1.61, Md = 10), respectivamente, siendo la puntuación de las niñas significativamente más elevada que la de los niños (U = 386.5, z = -2.075, p = .38), atendiendo a los resultados de la prueba U de Mann-Whitney (ver tabla 2). Más específicamente, las niñas han obtenido una puntuación significativamente más alta en el procedimiento "3. Desarrollar investigaciones siguiendo las fases del método de indagación científica," (U = 400.5, z = -2.302, p = .02). Las puntuaciones más bajas se han registrado en los procedimientos "P5. Registro y análisis de datos" y "P6. Resolución del problema inicial", con independencia del sexo.

Tabla 2. Resultados de la prueba de procedimientos

	Niñas			Niños			*U* de Mann Whitney
	n	*M* (*SD*)	*Md*	*n*	*M* (*SD*)	*Md*	
1. P. investigación	24	1,54 (,51)	2	46	1,39 (,49)	1	(*U* = 469.0, *z* =-1.194, *p* = .233)
2. Hipótesis	24	1,58 (,93)	2	46	1,72 (,83)	2	(*U* = 495.5, *z* =-.841, *p* = .401)
3. Indagación	24	2,63 (1,01)	3	46	1,87 (1,39)	3	(*U* = 400.5, *z* =-2.302, *p* = .021)
4. Materiales	24	2,42 (,50)	2	46	2,26 (,91)	2,5	(*U* = 542.0, *z* =-.136, *p* = .892)
5. Registro datos	24	1,00 (,00)	1	46	,89 (,32)	1	(*U* = 492, *z* =-1.664, *p* = .096)
6. Resolución	24	1,17 (,76)	1	46	1,11 (,80)	1	(*U* = 518.5, *z* =-.505, *p* = .613)
Total	24	10.33 (1.61)	10	46	9.24 (2.10)	9	(*U* = 386.5, *z* =-2.075 , *p* = .038)

Discusión y conclusiones

En este estudio se ha evaluado el impacto de una educación STEM integrada con programación computacional en las actitudes de los estudiantes hacia la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y en la adquisición de procedimientos científicos clave. En conjunto, los resultados de la escala SSAS muestran que tras la participación en las 12 sesiones de este modelo piloto, los y las estudiantes han reportado más intenciones de seguir estudiando ciencias, han disfrutado más durante las clases de ciencias, han considerado la ciencia como más relevante para su vida cotidiana y, finalmente, han percibido una mayor utilidad en las clases de Ciencias de la Naturaleza.

Pese a que las niñas han mejorado sus actitudes en cinco de las seis dimensiones de SSAS, siguen registrándose diferencias de género, especialmente en las intenciones de seguir estudios de ciencias y en el disfrute durante las clases de Ciencias de la Naturaleza. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en la literatura que resaltan que una educación científica basada en la indagación y en el trabajo colaborativo mejoran las actitudes de los estudiantes (Savelsbergh et al., 2016; Toma y Greca, 2018), y también con los estudios que vienen registrando mejores actitudes hacia la ciencia en los niños en comparación con las niñas (Denessen, Vos, Hasselman y Louws, 2015; Vázquez y Manassero, 2008).

Por otro lado, la prueba de procedimientos parece mostrar que en las 12 sesiones en las que se ha implementado el modelo STEM, los estudiantes no han sido capaces de desarrollar eficazmente los procedimientos científicos relacionados con los procesos de indagación, mostrando dificultades para formular preguntas de investigación e hipótesis, y en ofrecer una resolución al problema inicial que sea satisfactoria.

En definitiva, este estudio piloto parece mostrar que una educación STEM que incluya la programación computacional mejora las actitudes de los estudiantes hacia la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, sin embargo, aún no consigue desarrollar en los estudiantes los procedimientos propios del trabajo científico, aspectos que deben estudiarse en futuros estudios.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la edición 2017-2021 del programa de Becas de Investigación Pre-doctorales de la Universidad de Burgos y por el proyecto MINECO-AEI EDU 2017-89405-R

Referencias

Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering practices in K-12 Classrooms: Understanding a Framweork for K-12 Science Education. *The Science Teacher*, *78*, 34–40.

Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM education*. Arlington: NSTA press.

Denessen, E., Vos, N., Hasselman, F., y Louws, M. (2015). The relationship between primary school teacher and student attitudes towards science and technology. *Education Research International*, 1–7.

Hacieminoglu, E. (2016). Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, *11*(2), 35–52. https://doi.org/10.12973/ijese.2016.288a

INE. (2017). Mujeres y hombres en España. Educación. Retrieved from https://goo.gl/RC2UKd

Kennedy, J., Quinn, F., y Taylor, N. (2016). The school science attitude survey: a new instrument for measuring attitudes towards school science. *International Journal of Research & Method in Education*, *39*(4), 422–445. https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1160046

LOMCE. (2013). *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. *The Science Teacher*, *69*, 34–37.

MECD (2016). *Datos y cifras del Sistema Universitario españo. Curso 2015/2016*. Secretaría General Técnica.

NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas.* Washington, DC: The National Academies Press.

OECD. (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. *Science And Technology*. Retrieved from http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/encouraging-student-interest-in-science-and-technology-studies_9789264040892-en.

Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1049–1079. https://doi.org/10.1080/0950069032000032199

Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., y Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review*, *19*, 158–172. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.003

Toma, R. B., y Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education *14*(4), 1383–1395. https://doi.org/10.29333/ejmste/83676

Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *5*(3), 274–292.

Caracterización del modelo del trabajo por proyectos y el rol que juegan las ideas de ciencias en la implementación del modelo en el aula

Francisca Neira, Begoña Oliveras y Anna Marbà

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona

franciscaneira@gmail.com

Resumen

En la presente comunicación se describe el modelo que aplican tres institutos de Cataluña que han adoptado como metodología el trabajo por proyectos. Con esta finalidad, se realizó un focus group a cada grupo docente de cada instituto, además de una entrevista personalizada al profesor identificado como informador clave para esta investigación. Los focus group y entrevistas se focalizaron en identificar cuál era el modelo de enseñanza que tienen estos institutos y el rol que cumplen las ideas de ciencias en los proyectos que éstos implementan.

Keywords: Trabajo por proyectos, modelos científicos, ideas científicas

Objetivos de la investigación

Analizar:

a) Qué visión tienen los profesores de los institutos de los modelos de enseñanza que trabajan en los proyectos.

b) Que visión tienen los profesores de los institutos del papel que tienen las ideas de ciencias en los proyectos que implementan.

Marco teórico

La enseñanza basada en proyectos surge del ideario de John Dewey (1978) que, en los inicios del siglo XX, plantea la necesidad de que la escuela se convierta en el ente transformador de la sociedad.

Su discípulo W. Kilpatrick retoma esta filosofía y la transforma en una nueva forma de plantearse la escuela. Kilpatrick (1918) propone que los estudiantes trabajen con problemas reales y cercanos a su realidad, donde utilicen todos los conocimientos necesarios para darles una interpretación o respuesta a ellos.

El desarrollo de esta investigación se fundamentó en los estudios realizados por diversos autores que han caracterizado el trabajo por proyectos, tal y como se muestra en las Tabla 1 donde se presentan los conceptos claves aportados por dichos autores con las que se extraen las categorías para el análisis de los datos.

Tabla 1: Conceptos claves aportados por autores que configuran el marco teórico y dimensiones extraídas desde los datos para responder a la caracterización del modelo de trabajo por proyectos que siguen los centros. Las categorías en cursiva permitieron identificar el rol de las ideas de ciencias en los proyectos.*Categoría que emerge desde el análisis de los datos

AUTOR/REFERENCIA	CONCEPTOS	CATEGORÍA
Pozo, J. (2011). La Transversalidad como enfoque didáctico: enseñar y aprender a través de conocimientos específicos (pp. 203-212). En Vallès, J. Álvarez, D. Rickenmann, R. (Eds.). L'Actividad docent. Intevernció, innovació, investigació. Girona: Documenta Universitaria.	Interdisciplinariedad. Planificación de los proyectos.	ORGANIZACIÓN
Fullan, M. (2002). Los nuevos cambios en la educación. España: Octaedro. Cap. 3	Motivos. Reacción de los padres y apoderados. Perfeccionamiento.	CAMBIO DE METODOLOGÍA*
Izquierdo, M., Espinet, M. García, M. Pujol, R. Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. Enseñanza de las Ciencias, Número extra, 79-91	Manejo de la autonomía de los estudiantes.	PROFESOR*
Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. Pujol, R. Sanmartí, N (1999). Caracterización y fundamentación de la cienciaescolar. Enseñanza de las Ciencias, Número extra, 79-91.	Selección de las actividades. Libertad del diseño	AUTONOMÍA DE LOS ESTUDIANTES
Durán, D. (2001). Cooperar para triunfar. Cuadernos de Pedagogía, 298, 73-75.	Organización	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRUPO*
Sanmartí, N. (2017). Anàlisi de projectes: fortaleses i posibles aspectes a millorar. Presentación realizada en el marco de la XARXA de proyectos, ICE, UAB.	Clasificación de los productos que los docentes planifican en los proyectos.	PRODUCTO
Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria. Madrid: Síntesis.	Modelos que enseñar	SELECCIÓN DEL CONTENIDO
Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas (cap 10). En Perales, F.J. & Cañal de León, P. (Coords.). Didáctica de las Ciencias Experimentales. España: Marfil	Orden de las ideas científicas	SECUENCIACIÓN DEL CONTENIDO
Garriga, N., Pigrau, T., & Sanmartí, N. (2012). Cap a una pràctica de projectes orientats a la modelització. Ciencies, 21, 18-28	Función desde la perspectiva de aplicación de conocimiento científico o construcción conocimiento	FUNCIÓN PROYECTOS
Sanmartí, N. (2011). Competencias: ¿Más burocracia o un constructo útil? En Vallès, J. Alvarez, D. Rickenmann, R. (eds). *L' Actividad docent. Intevernció, innovació, investigació*. Girona: Documenta Universitaria. Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria. Madrid: Síntesis	Contexto como un pretexto o como un terreno fértil a partir del cual construir conocimiento	CONTEXTO
Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas (cap 10). En Perales, F.J. & Cañal de León, P. (Coords.). Didáctica de las Ciencias Experimentales. España: Marfil.	Exploración ideas previas Introducción de nuevas ideas Síntesis/estructuración Aplicación/transferencia	CICLO DE APRENDIZAJE

Contexto y metodología

Para la realización de esta investigación se seleccionaron tres institutos del Vallès (Cataluña) que trabajaban por proyectos con una experiencia previa en el trabajo por proyectos de 13 años.

Una vez seleccionados los institutos, se diseñó el cuestionario inicial de preguntas abiertas basadas en aspectos teóricos del aprendizaje basado en proyectos y de la didáctica de las ciencias para debatir en el focus group (FG). Este diseño inicial fue triangulado de forma iterativa con el equipo de investigación. Una vez aplicado el primer FG, con todos los profesores de ciencias del primer instituto, se hizo la categorización de los datos a partir de las categorías teóricas (definidas en la Tabla 1). De este primer vaciado, se obtuvo un segundo grupo de categorías, que fueron rescatadas desde los datos. Este vaciado fue triangulado nuevamente con el equipo de investigación. En un segundo cuestionario se definen las preguntas a partir de las categorías teóricas

iniciales más aquellas que han emanado de los primeros datos. Este nuevo grupo de preguntas, son trianguladas con las tutoras y se aplican en el segundo y tercer instituto. Una vez realizados los 3 FG, se detectan algunas categorías que no se han resuelto. Para completar la información, se realiza una entrevista a uno de los profesores de ciencias de los dos primeros institutos. En la tabla 2 y 3 se definen las categorías (tanto teóricas como emanadas desde los datos) que se utilizaron para el análisis.

Tabla 2: Categorías conducentes a la caracterización del modelo de trabajo por proyectos que siguen los centros

CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	ÍTEM
ORGANIZACIÓN	ÁREAS IMPLICADAS	Solo ciencias
		Ciencias más otras áreas
	DE LOS PROFESORES	Por curso
		Por ciclo
	DISEÑO DE LOS PROYECTOS	Profesores de ciencias
		Profesores de otras áreas
CAMBIO DE METODOLOGÍA	CAUSA	Bajos resultados
		Innovación
		Replicar
	REACCION DE PADRES Y ESTUDIANTES	Rechazo
		Implicación
	ASESORÍA	Importancia de la teoría
		Apoyo de la formación
PROFESOR	AUTONOMÍA	Acompañar
		Dirigir
AUTONOMÍA DE LOS ESTUDIANTES	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	Autónomo
		Dirigido
ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO EN GRUPO	FORMACIÓN DE GRUPOS	Libres
		Dirigidos
	DISTRIBUCIÓN DE ROLES	Libres
		Dirigidos
PRODUCTO	TIPOS DE PRODUCTOS	Explicar una propuesta y argumentarla
		Diseñar una propuesta y ponerla en práctica
		Ponerla en práctica
		Evaluarla y proponer mejoras

Tabla 3: Categorías conducentes a la identificación del rol que cumplen las ideas de ciencias en los proyectos.

CATEGORÍA	ÍTEM
SELECCIÓN DEL CONTENIDO	CURRÍCULUM
	NECESIDADES DEL PROYECTO
FUNCIÓN DE LOS PROYECTOS	APLICACIÓN DE IDEAS CIENTÍFICAS
	INTRODUCCIÓN DE NUEVAS IDEAS CIENTÍFICAS
SECUENCIACIÓN	ORDEN DE LAS IDEAS CIENTÍFICAS DENTRO DEL PROYECTO NECESIDADES DEL PROYECTO O NECESIDADES DE LA IDEA CIENTÍFICA
CONTEXTO	INTERPROYECTO
	INTRAPROYECTO
	ROL DEL CONTEXTO Pretexto o Espacio de aprendizaje

CICLO DE APRENDIZAJE	EXPLORACIÓN
	INTRODUCCIÓN
	ESTRUCTURACIÓN
	APLICACIÓN
MODELIZACIÓN	MODELIZACIÓN POR MEDIO DE PROYECTOS
REGULACIÓN	REGULACIÓN DEL APRENDAJE
TRANSFERENCIA	APLICACIÓN A UN NUEVO CONTEXTO

Resultados y discusión

Es importante destacar que solo hemos analizado el discurso de los profesores obtenidos en entrevistas a los FG. No se ha analizado la implementación de los proyectos ni su planificación. Tampoco hemos asistido al trabajo en aula. Entonces, los resultados obtenidos solo son la visión de una de las aristas del trabajo que se realizan en los institutos estudiados.

Respecto al **objetivo 1**, los resultados obtenidos evidencian que los profesores de los tres institutos presentan una visión general similar en el modo en que enfrentan la planificación e implementación del trabajo por proyectos. Sin embargo, es interesante destacar que a pesar de que los tres institutos tienen visiones similares, el discurso de cómo llevan a cabo este proceso es diferente.

En el ámbito de la organización de los proyectos, dos de los tres institutos implican varias áreas en los proyectos. Los profesores de los tres centros se reúnen por cursos para prepararlos.

En cuanto al cambio de metodología, dos de los tres institutos investigados coinciden en que éste se ha producido por una inquietud del claustro en cuanto a buscar nuevas estrategias que acerquen al estudiantado al aprendizaje significativo. Todos los centros comentan que tanto los padres como los alumnos han tenido una implicación importante.

En el caso del rol que cumple el profesor en el aula, los tres institutos concuerdan en que es un rol más relacionado con acompañar a los estudiantes en el proceso de construcción de conocimientos; sin embargo, en su diálogo se puede vislumbrar que sus prácticas difieren en el modo de llevar este proceso a cabo. Reconocen que dirigen todas las actividades que componen los proyectos para asegurar que los contenidos queden aprendidos.

En cuanto a la autonomía de los estudiantes, los tres institutos concuerdan en que el profesor debe ir dando más autonomía a su trabajo, pero que, al ir comenzando en este proceso, ellos prefieren dirigir más el proceso de construcción e ir dando más libertad a medida que tanto los profesores como los estudiantes se van acomodando en la metodología. Uno de los institutos comentó que para asegurar un aprendizaje significativo las actividades están completamente planificadas y secuenciadas de tal manera de que si no han podido resolver una de ellas no pueden continuar. Esto si bien ayuda a la organización del trabajo, disminuye la autonomía de los estudiantes.

La organización del trabajo en grupos colaborativos ha sido concordante en los tres institutos, ya que los profesores se hacen cargo de dividir a los estudiantes en grupos y repartir los roles en cada uno de ellos para fomentar el trabajo en la diversidad del aula.

En relación con los productos que los profesores plantean a sus estudiantes, los tres institutos coinciden en sus relatos que son productos en que la propuesta es de autoría de los profesores, permitiendo a los estudiantes que, dentro de ella, hagan sus propias creaciones. Sin embargo, los tres institutos comparten productos del tipo de exposiciones a la comunidad quedando clasificados según lo expuesto por Sanmartí (2017) en productos de primer nivel, ya que, a pesar de no ser una propuesta inicial de los estudiantes, su ejecución, permite la explicación posterior de su trabajo y un grado de libertad en que pueden presentar sus innovaciones.

Respecto al **objetivo 2**, es interesante destacar que los profesores de los institutos tienen formas dispares de enfrentar el trabajo de las ideas científicas en el trabajo por proyectos.

La selección del contenido, en los tres institutos analizados, se realiza en reuniones con los profesores que trabajan en los ciclos, privilegiando las grandes ideas de ciencias. En la selección de los contenidos, dos de los tres institutos comentan que siguen el currículum, el otro instituto comenta que depende de las necesidades del proyecto, priorizando el proyecto a los contenidos a trabajar. Sin embargo, los tres institutos concuerdan en que los proyectos no se secuencian. Es decir, cada uno de los proyectos es independiente entre sí.

Cuando indagamos en la función que cumplen las ideas científicas en los proyectos, los profesores mezclan actividades en que se introducen ideas nuevas de ciencias con otras en las que las ideas científicas solo se aplican.

Los profesores concuerdan en que el contexto se presenta como un hilo conductor entre las actividades que componen un proyecto, además de ser un hecho motivador para el trabajo posterior. Ningún centro tiene establecida una secuencia de proyectos que apunten a un desarrollo en red de conocimientos científicos y que, a su vez, permitan la modelización.

En el caso del ciclo del ciclo de aprendizaje los tres institutos concuerdan en el trabajo con las ideas previas de los estudiantes, la estructuración de las ideas científicas y la aplicación de ellas, sin embargo, la etapa de introducción y de transferencia no es visible en todos.

En cuanto al proceso de modelización, el diseño de las actividades que los institutos nos mencionaron, no se observan secuencias que desarrollen procesos modelizadores.

En el caso de la regulación del aprendizaje, los institutos concuerdan en que es importante revisar constantemente la construcción personal de los aprendizajes por parte de los estudiantes. La forma que aplican para este proceso es que los estudiantes realicen escritos constantemente acerca de las actividades que van realizando y los profesores, en la medida que el tiempo se los permite, los van revisando y haciendo comentarios personalizados.

En relación con la transferencia de los aprendizajes, dos de los tres institutos investigados, declaran realizar este proceso, pero uno de ellos, lo hace en exámenes. El tercero de los institutos no menciona el proceso de transferencia de los conocimientos a nuevas situaciones.

Conclusiones

Los institutos investigados nos han entregado una información valiosísima que nos ha permitido ahondar en su trabajo de planificación al enfrentarse a la enseñanza basada en proyectos. Con esta información, hemos podido detectar fortalezas relacionadas con la organización general de los proyectos y la concepción del trabajo cooperativo, así como también algunas debilidades en el proceso de seleccionar los contenidos de ciencias y la secuencia que éstas siguen y de la utilización del contexto como fuente de aprendizaje. Profundizar en estos ámbitos permitiría enfocar de mejor manera el proceso de modelización de ideas científicas más complejas.

Es necesario hacer una profunda revisión y discusión del currículum a nivel de claustro, en donde la selección del contenido a trabajar y la secuenciación de este, debiese ser la base para la planificación de una red de proyectos que permita el desarrollo de modelos complejos, como lo reconoce Thomas (2000), quien precisa que el aprendizaje basado en proyectos es el currículo, y no una metodología periférica a él.

Los estudiantes deben ser capaces de realizar la transferencia de los saberes adquiridos a nuevas situaciones (Pozo, 2011; Sanmartí et al., 2011). Por tanto, es necesario aplicar los contenidos de un proyecto en otro proyecto para poder ver esta transferencia y detectar si se han adquirido o no las competencias.

La investigación refleja que los docentes dan mucha importancia a la formación para poder implementar los cambios educativos. Los institutos comentan que abre la posibilidad de que se pueda acceder a sus aulas con un fin investigativo y de formación constante.

Es importante fomentar la autonomía del alumnado a lo largo de los proyectos y eso implica un cambio de rol del docente. El docente debe ser un guía en la formación del estudiantado, ayudando a que logren los objetivos. En este sentido, la función docente que describen los profesores concuerda con lo que autores como Diehl, Grobe, Lopez, & Cabral, 1999 (en Thomas, 2000) citan entre las características de la enseñanza basada en proyectos

Estamos de acuerdo con Sanmartí et al. (2011) que el contexto no debería ser solamente un hilo conductor entre las actividades del proyecto o un hecho motivador. El contexto es una instancia de aprendizaje en que situaciones focalizadas y complejas recogen hechos importantes y relevantes socialmente, y que forman parte del entorno cultural del estudiante (Sanmartí et al., 2011)

La organización del trabajo en grupos colaborativos de los institutos dividiendo a los estudiantes en grupos y repartir los roles en cada uno de ellos para fomentar el trabajo en la diversidad del aula, asegura la interdependencia de sus integrantes y la explotación de sus capacidades (Duran y Monereo, 2012).

Aunque hay aspectos del trabajo por proyectos de los institutos sobre los que hay que ir reflexionando y mejorando, esta investigación refleja el interés de los docentes para mejorar sus prácticas diarias y ayudar a los alumnos a ser más competentes.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (conreferenciamEDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia2017SGR1399).

Esta investigación, fue financiada por el Gobierno de Chile, por medio de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), a través de su programa de becas para profesionales de la educación en el extranjero. Folio 77160115

Referencias bibliográficas

Dewey, J. (1997). *How We Think*. New York: Dover. Edición original: 1910.

Duran, D. & Monereo, C. (2012). *Entramado. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona: Horsori.

Escudero, J. & González, M. (1984). *La renovación pedagógica: algunos modelos teóricos y el papel del profesor*. España: Escuela Española.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.

Kilpatrick, W. (1918). *The project method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University

Pozo, J. (2011). La Transversalidad como enfoque didáctico: enseñar y aprender a través de conocimientos específicos (pp. 203-212). En Vallès, J. Álvarez, D. Rickenmann, R. (eds). *L'Actividad docent. Intevernció, innovació, investigació.* Girona: Documenta Universitaria.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas (cap. 10). En Perales, F.J. & Cañal de León, P. (Coords.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Marfil.

Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿Filosofía o Metodología? *Cuadernos de Pedagogía*,472,44-46.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation, California.

Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria

Jairo Ortiz-Revilla[1], Ileana M. Greca[2] e Irene Arriassecq[3]

[1,2]Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos. [3]ECienTec, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. de Bs. As (CIC). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

jor0013@alu.ubu.es

Resumen:

Es bien sabida la necesidad de impulsar una alfabetización científica y a fin de cuentas de promover un amplio desarrollo competencial desde edades tempranas. Los resultados poco alentadores y el continuo cuestionamiento de la enseñanza tradicional han dado lugar al surgimiento de nuevos enfoques educativos que integran el aprendizaje de varias disciplinas de una manera más experimental. En este trabajo se plantea un encuadre teórico para la enseñanza STEAM, uno de los enfoques actuales con más proyección. Con base en la teoría epistemológica de Laudan, se establecen tres pilares de sustento —epistemológico, psicológico y metodológico— sobre los que se insertan diversas teorías. Este engranaje permite componer un modelo de enseñanza STEAM riguroso y comprometido con el desarrollo de las competencias del alumnado de Educación Primaria.

Palabras clave: competencia; educación basada en competencias; STEM; STEAM; Educación Primaria.

Introducción

En las últimas décadas de investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias, dos son los tópicos que siempre han aparecido como corolarios de los artículos e informes de investigación. En primer lugar, la consideración de la imprescindibilidad en cuanto al desarrollo de la alfabetización científica para vivir en la realidad actual (European Commission, 2015; NGSS Lead States, 2013) y, en segundo lugar, la preocupación de muchos gobiernos y organizaciones por la disminución del número de jóvenes que escogen estudiar disciplinas científico-tecnológicas al finalizar su escolarización obligatoria (Archer et al., 2013; NRC, 2014).

En base a esta situación y, dado que la enseñanza tradicional constituye un reduccionismo simplista al abordar las disciplinas de forma aislada (Connor, Karmokar y Whittington, 2015), se comienza a construir un significado educativo para las siglas STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics), abogando por la alfabetización de las personas en las disciplinas que lo conforman (Bybee, 2013). Sin embargo, la educación STEM implica un mayor nivel que el tratamiento de las cuatro ramas de alfabetización definidas por separado. Lo correcto es considerarla como una metadisciplina que aúna a todas ellas (Zollman, 2012), lo que se ha denominado STEM integrado (NRC, 2014).

Una educación STEM efectiva ha de capitalizar el interés y las experiencias tempranas del alumnado, construir el nuevo conocimiento sobre lo que ya conocen y proporcionar experiencias que

involucren y susciten su interés por las prácticas científicas (NRC, 2011). Muchas definiciones y propuestas del enfoque STEM dejan entrever posturas cercanas a la profesionalización y cobertura de necesidades económicas. Sin embargo, en línea con Zollman (2012), pensamos que, en el ámbito educativo, el abordaje STEM debe apuntar al desarrollo de una educación integral y de un aprendizaje continuo del alumnado.

Por otra parte, y aunque existen diversas perspectivas sobre el significado de la educación STEM, la mayoría de los enfoques priorizan el estudio de las ciencias y las matemáticas, encontrándose una investigación menos madura en tecnología e ingeniería, al no ser materias habitualmente presentes en etapas de escolarización obligatoria (NRC, 2011). Además, dada la falta de creatividad e innovación percibida en los estudiantes (Land, 2013) se han propuesto enfoques más equilibrados de enseñanza-aprendizaje que incluyen las artes, el diseño y las humanidades en la educación STEM (Connor et al., 2015) con el objetivo de ampliar las conexiones que el alumnado pueda hacer entre las diferentes disciplinas (Quigley y Herro, 2016; Land, 2013) y de reforzar el aprendizaje.

El enfoque educativo STEAM (STEM + Arts) ha sido ampliamente definido como un enfoque transdisciplinar encaminado a la resolución de problemas auténticos. Según Quiley y Herro (2016) "El objetivo de este enfoque es preparar a los estudiantes para resolver los problemas apremiantes del mundo a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y, en última instancia, el conocimiento nuevo" (p. 410).

Aunque en los últimos años numerosos estudios han incorporado el arte al enfoque STEM con ánimo de motivar al alumnado de la etapa secundaria y posteriores al estudio de las ciencias y las matemáticas, en línea con Land (2013) creemos que la integración del arte en STEM debería ir más allá, ayudando a desarrollar la creatividad y el espíritu innovador. De la misma manera, el enfoque educativo STEAM también puede propiciar el desarrollo la competencia digital y el conocimiento del diseño de ingeniería (Chien y Chu, 2017).

En síntesis, la inclusión del arte ofrece una plataforma natural para la investigación transdisciplinar (Quigley y Herro, 2016) y, en este estudio, se entiende el enfoque STEAM integrado como una orientación educativa trasversal que puede permitir el desarrollo de todas las competencias en la Educación Primaria. Sin embargo, aún no se encuentra en la literatura el desarrollo de una fundamentación teórica que sustente este enfoque. Así, el objetivo de este trabajo es la propuesta de un encuadre teórico del enfoque STEAM para mejorar el desarrollo de las competencias en el alumnado de Educación Primaria.

Fundamentación teórica

Los elementos considerados en la construcción de este encuadre se han sustentado sobre tres ejes —epistemológico, psicológico y didáctico— cuya compatibilidad e interrelación se adecúa a nuestro objetivo.

Eje epistemológico

En este eje, consideramos el enfoque de Larry Laudan. Dentro de la metametodología creada por Laudan (1977), el progreso científico viene determinado por la cantidad de problemas que una teoría es capaz de resolver. Compatible con la idea de un progreso científico racional y regulado, Laudan propone su Modelo Reticular de Resolución de Problemas, opuesto al modelo jerárquico de Kuhn.

Así, Laudan (1984) presenta la Red Triádica, un modelo compuesto por tres niveles de compromiso científico, con el mismo estatus, que interactúan complejamente y cuyas modificaciones son independientes temporalmente: teorías, métodos y fines. Son estos niveles, postulados por Laudan para todo científico, los que se adoptan en el presente encuadre.

Dentro de la red, nuestro fin consiste en promover un mayor nivel de desarrollo de las competencias en el alumnado de Primaria. Así, precisamos de una metodología para alcanzar tal progreso. Si como se ha advertido, la metodología tradicional no resulta eficiente para ello, debemos tomar un enfoque diferenciado. Adoptamos un enfoque metodológico STEAM operativizado a través de la metodología de indagación. Por último, incorporamos a la red el nivel teórico, compuesto por la teoría psicológica de los campos conceptuales de Vergnaud y la teoría didáctica de Martinand con su concepción del objetivo-obstáculo, teorías que representan a su vez los dos ejes restantes de nuestra propuesta.

Además de que la teoría de resolución de problemas de Laudan proporciona un modo de engranar los diferentes sustentos del encuadre, el mismo constructo vuelve a estar presente en el nivel teórico de la red. Es clara la relación entre la noción de Laudan sobre el progreso científico y la concepción que adoptamos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje desde un enfoque STEAM cuya base es, también, la resolución de problemas tal como indicamos anteriormente. En la Figura 1 se muestra el esquema de funcionamiento triádico creado para la enseñanza STEAM.

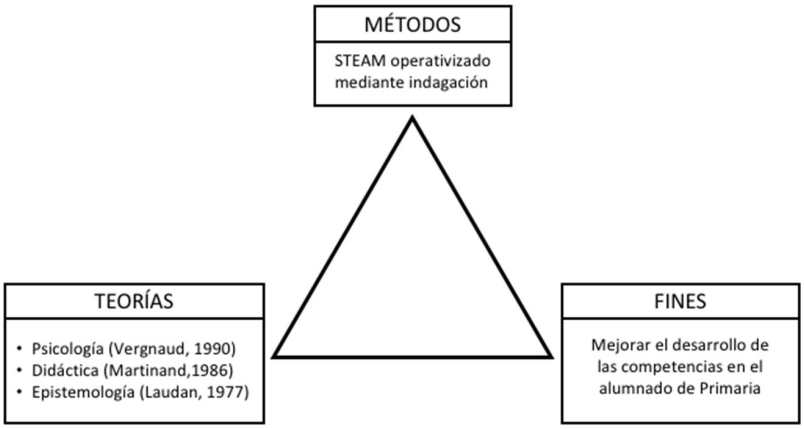


Figura 1. Modelo triádico para el encuadre teórico de la enseñanza STEAM

Eje psicológico

La teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud está enmarcada dentro de la vertiente de la psicología cognitiva. Para Vergnaud (1990) todo el conocimiento —saber hacer y saber expresar— se divide en campos conceptuales cuyo dominio puede conllevar gran cantidad de tiempo. Desde esta visión, un campo conceptual se compone de situaciones, verdaderos conceptos y representaciones. Un verdadero concepto, a su vez, está compuesto de Situaciones, Invariantes Operatorios y Representaciones (S, I, R). Para alcanzar la conceptualización o dominio de un campo conceptual, un individuo requiere enfrentarse a una gran variedad de S manejando un conjunto de I —en su mayoría implícitos— compuestos por conceptos en acción y teoremas en acción.

Para que se produzca la conceptualización, la enseñanza debe actuar sobre el manejo de los I del alumnado en diversidad de S que, en el caso del abordaje de problemas desde la educación STEAM, surgen de manera natural. Aunque los I suponen en su mayoría conocimientos en acción implícitos, una pequeña fracción suele manifestarse explícitamente. Es en este momento cuando el maestro ha de inferir en qué medida los I que maneja el alumnado distan o se acercan al conocimiento científico real y esperado en la educación. Necesarias también son las R o simbología explícita que el individuo crea en el transcurso hacia la conceptualización.

En este estudio, dominar un campo conceptual se ha considerado dominar las conceptualizaciones relacionadas con los asuntos abordados en la enseñanza, siendo el conjunto de competen-

cias que el alumnado ha de desarrollar a lo largo de la Educación Primaria el campo conceptual inmerso en nuestra red triádica. Desde este punto de vista, el nivel de conceptualización alcanzado por el alumnado, que incluye el progresivo dominio de los verdaderos conceptos —con sus I, dominio de R y aplicación a S— será el nivel competencial adquirido.

Eje didáctico

Como sustento didáctico hemos adoptado el modelo de objetivo-obstáculo propuesto por Jean-Louis Martinand. Martinand (1986) propone la existencia de una relación dialéctica entre los objetivos de la enseñanza y los obstáculos que se interponen en la concreción de estos —de donde emerge el concepto objetivo-obstáculo—. En este caso, los objetivos corresponden a los objetivos de nuestra unidad didáctica y los obstáculos representan las nociones alternativas del alumnado en cuanto a los contenidos abordados.

Dado que, en general, es reducido el tiempo disponible para la aplicación de una unidad didáctica ordinaria, consideramos que el objetivo que debe plantearse un maestro no es superar los obstáculos como tales sino fisurar —en el sentido propuesto por Astolfi (1994)— las representaciones, considerando este el camino adecuado para una ulterior superación de obstáculos de mayor magnitud. Así, los objetivos de nuestra programación habrán de estar enfocados a enfrentar representaciones relacionadas con los obstáculos existentes, no a bordearlos.

Aplicación de este modelo en el aula de Primaria

Este modelo está siendo aplicado en una unidad didáctica que aborda contenidos de Ciencias de la Naturaleza, Educación Plástica y Matemáticas de forma integrada. El problema "¿Cómo diseñar un prototipo de iluminación para mi sala de estudio?" pretende abordar contenidos de electricidad (Science), usar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Technology), trabajar sobre el diseño del prototipo (Engineering), abordar contenidos del color (Arts) y tratar datos mediante variables, tablas y gráficos (Mathematics); todo ello en vista de mejorar el desarrollo de las siete competencias clave. El proceso didáctico que hemos seguido es el siguiente:

- Averiguar las R que posee el alumnado tomando de la literatura las comunes a los contenidos a abordar. También se pueden conocer aplicando diferentes métodos de detección de ideas alternativas.
- Seleccionar alguna R que no se corresponde con lo científicamente consensuado y que sea abordable en un tiempo limitado, siendo seleccionada por el valor que su fisura supone para el desarrollo competencial.
- Plantear S variadas y encaminadas a fisurar las R escogidas. Generamos lo que hemos denominado "objetivo-representación" y tratamos de comprobar en qué medida se logra resquebrajar esta R para acercarnos al objetivo, que en última instancia es el camino a seguir para superar el objetivo-obstáculo a largo plazo.
- A través de la evaluación de los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la unidad —en los cuales estamos evaluando las R utilizadas por el alumnado y la parte explícita de los I— calculamos el nivel competencial del alumnado que proporcionará información respecto a en qué medida se han modificado los I en el camino hacia el alcance de los objetivos-obstáculos.

Conclusiones

En una sociedad en la que el progreso científico y tecnológico avanza a pasos agigantados, la educación ha de nutrirse de todo aquello que pueda significar un avance acorde, sin olvidar la pertinencia y la coherencia de un proceso de enseñanza-aprendizaje bien fundamentado.

En este estudio se planteó el objetivo de construir una fundamentación teórica para la educación STEAM en vista de mejorar el desarrollo de las competencias del alumnado de Educación Primaria. El engranaje de los tres niveles de compromiso de Laudan ha servido para proponer un planteamiento teórico de la enseñanza STEAM fundamentado y coherente con la profundidad y esencia educativas.

Este encuadre teórico podría resultar útil en el camino a la contextualización educativa de los enfoques STEM y STEAM integrados, en pleno apogeo y en muchas ocasiones adheridos al ámbito educativo sin la reflexión y fundamentación necesarias.

Agradecimientos

Parte de esta investigación ha recibido financiación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad a través del proyecto EDU2017-89405-R.

Referencias bibliográficas

Archer, L., Osborne, J., DeWitt, J., Dillon, J., Wong, B., y Willis, B. (2013). *ASPIRES. Young people's science and career aspirations, age 10–14.* Recuperado del sitio de Internet de King's College London: http://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/education/research/ASPIRES/ASPIRES-final-report-December-2013.pdf

Astolfi, J. P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, *12*(2), 206-216. Recuperado de http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21359/94704

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities.* Arlington, VA: NSTA.

Chien, YH., y Chu, PY. (2017). The different learning outcomes of high school and college students on a 3D-printing STEAM engineering design curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-18. doi:10.1007/s10763-017-9832-4

Connor, A. M., Karmokar, S., y Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47. doi:10.3991/ijep.v5i2.4458

European Commission. (2015). *Science education for responsible citizenship*. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: the benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552. doi:10.1016/j.procs.2013.09.317

Laudan, L. (1977). *Progress and its problems.* Berkeley/Los Ángeles/Londres: University of California.

Laudan, L. (1984). *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate.* Berkeley/Los Ángeles/Londres: University of California.

Martinand, J. L. (1986). *Connaître et transformer la matière.* Berna, Suiza: Peter Lang.

National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education. Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics* [versión PDF]. doi:10.17226/13158

National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 education. Status, prospects, and an agenda for research* [versión PDF]. doi:10.17226/18612

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: for states, by states* [versión PDF]. doi:10.17226/18290

Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. doi:10.1007/s10956-016-9602-z

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didáctique des Mathématiques, 10*(2.3), 133-170. Recuperado de http://rdm.penseesauvage.com/La-theorie-des-champs-conceptuels.html

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. doi:10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x

ABPMap: "mapeando" componentes didácticas del Aprendizaje Basado en Proyectos de ámbitos STEM

Jordi Domènech-Casal [1,2]

[1] Institut Marta Estrada (Granollers), [2] Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Universitat Autònoma de Barcelona

jdomen44@xtec.cat

Resumen:

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque metodológico que promueve el aprendizaje de los conceptos científicos mediante su instrumentalización en la resolución de un problema o elaboración de un producto. El diseño de actividades ABP implica complejidades en la relación entre contextos y contenidos, y el grado de desarrollo del discurso propio de las áreas científicas en relación a la interdisciplinariedad y apertura del proyecto. Se propone y testa una herramienta de análisis de componentes didácticas en 5 proyectos STEM aplicados con alumnado y se discuten sus aplicaciones.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, STEM, Modelo, Contexto

Introducción

1. Contexto y contenido en la enseñanza de las ciencias

El diseño de actividades didácticas para la competencia científica suele implicar enfoques como la indagación, la modelización y la contextualización (Caamaño, 2011). Varios autores proponen que el aprendizaje de los conceptos científicos debe producirse a partir de contextos auténticos (Gilbert, 2006, Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011, Blanco, España y Rodríguez, 2012) para resultar en un dominio de los conceptos científicos suficiente para su transferencia a otros contextos (Gilbert, Bulte y Pilot, 2011). Definir con precisión qué podemos considerar contexto es complejo, pero algunos autores (Duranti y Goodwin, 1992, Gilbert, 2006) entienden que debe incluir un escenario social, un ambiente o marco conductual, un lenguaje específico y una relación con el conocimiento extrasituacional. A pesar del consenso generalizado de la oportunidad pedagógica del trabajo en contexto (Blanco, España y Rodríguez, 2012), la relación entre modelos y contextos y su aportación a la enseñanza de las ciencias es compleja (Kortland, 2007, Couso, 2015) y es necesario analizar el papel que juega cada uno en el desarrollo de las actividades didácticas.

2. Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de las ciencias

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología didáctica en la que el contexto juega un papel importante. Propuesto por Kilpatrick (1918), el ABP propone la necesidad de un propósito para que se produzca un aprendizaje relevante. Dentro del ABP, Kilpatrick incluye 4 categorías de proyectos, según el propósito: Elaborar un producto, Resolver un problema, Disfrutar de una experiencia estética y Obtener un conocimiento. Si bien es complejo definir las relaciones entre lo que Kilpatrick propone como "propósito" y lo que Gilbert propone como "contexto", es inevitable asociar de alguna forma lo uno con lo otro, en especial cuando detectamos la siguiente distinción entre los "propósitos" de Kilpatrick: Por un lado, en la última categoría,

orientada a obtener un conocimiento –lo que podríamos llamar Proyectos de Aprendizaje– no existe un propósito externo a obtener conocimiento. Las otras tres categorías comparten la presencia de un "propósito" u objetivo externo al aprendizaje. Las reformulaciones actuales del ABP se corresponden a alguna de estas tres categorías, y, en particular, a las categorías de Elaborar un Producto o Resolver un Problema (Larmer, Mergendoller y Boss, 2015). Dentro de la categoría Elaborar un producto se encontrarían propuestas como el Aprendizaje-Servicio (Martín, 2016) o el Design Thinking (Albalat, 2017). Dentro de la categoría Resolver un problema se ubican el llamado "Aprendizaje Basado en Problemas", y propuestas como las Controversias Socio-Científicas (Sadler, 2009) o los Estudios de Caso (Domènech-Casal, 2017a). Algunos autores advierten que debido a la interdisciplinariedad que suele implicar el acercamiento a los contextos, y la participación que suele ejercer el alumnado en la planificación, el Aprendizaje Basado en Proyectos puede tener dificultades para desplegar de manera clara el discurso propio de la ciencia, y, en particular, componentes procedimentales y epistémicas de la competencia científica (Miró *et al*, 2016, Santmartí y Márquez, 2017, Domènech-Casal, 2017b).

3. El marco STEM

En los últimos años ha aparecido en el panorama educativo el término STEM, acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics. El término STEM es usado con distintos significados dentro del mundo educativo (Bybee, 2010; Brown et al, 2011, Couso, 2017) y cobija a todos los elementos educativos útiles para la resolución de las problemáticas de orden económico y social que han identificado en los últimos años informes como el informe Rocard (2006): la falta de vocaciones científico-tecnológicas, en especial, en el sector femenino de la población y el alumnado de orígenes socio-económicos humildes. El trabajo con STEM implica varias vías (Couso, 2017): herramientas tecnológicas –como la robótica y las Apps–, perspectivas didácticas –como la ciudadanía y la sostenibilidad– y enfoques metodológicos. En este último aspecto, el ABP ha sido valorado como una metodología privilegiada para el despliegue de los objetivos STEM, en forma de actividades de Aprendizaje Basado en Proyectos en las que participan dos o más materias del ámbito STEM.

Las consideraciones presentadas en los apartados de la introducción evidencian algunos aspectos del Aprendizaje Basado en Proyectos que conviene analizar:

1) La relación Contexto-Contenido;
2) El discurso propio de las áreas y la interdisciplinariedad;
3) La Apertura o estructuración de las propuestas ABP.

Metodología

Hemos elaborado una rúbrica (ABPMap) en la que hemos definido 6 componentes didácticas relacionadas con los ítems descritos en la introducción. Hemos establecido de forma tentativa 4 niveles de despliegue de cada componente (Tabla 1).

Hemos analizado 5 proyectos de ámbito STEM elegidos por encontrarse disponible una descripción a fondo de su diseño y resultados de aplicación (en publicaciones o en proceso de publicación), y por corresponder a distintas tipologías de la taxonomía propuesta en la introducción:

Resultados y Conclusiones

Al representar cada proyecto como una curva al unir los valores obtenidos para cada componente se generan distintos perfiles de proyectos. Cada proyecto tiene su propio perfil, pero los proyectos con menores valores de contexto ofrecen valores más altos de conflicto. El proyecto con más apertura es el que valores menores ofrece en lo relativo al conflicto, discurso y contenidos. Las componentes didácticas no se asocian con el tipo de proyecto (Producto o Problema).

Las relaciones entre las distintas componentes didácticas en el diseño de proyectos son un elemento que es importante esclarecer para determinar la aportación que supone la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para la enseñanza de las ciencias. Consideramos que la herramienta ABPMap puede ser útil para –aplicada de forma amplia con un gran número de proyectos– determinar perfiles habituales de proyectos y asociar cada perfil con sus resultados de aprendizaje. Así mismo, puede constituir una herramienta de evaluación y mejora del diseño de actividades de Aprendizaje Basado en Proyectos o para la transformación de actividades previas en proyectos.

Tabla 1. Rúbrica ABPMap

	1	**2**	**3**	**4**
Contexto	El proyecto tiene sólo sentido dentro del aula. No incorpora formatos ni elementos del mundo real. Contexto como pretexto.	Se incorporan materiales o voces del mundo real (noticias, formatos...). Contexto y rol del alumnado no verosímil.	El proyecto tiene sentido en el mundo real, del que emerge e incorpora elementos. El contexto y los roles del alumnado son verosímiles.	El proyecto impacta en el mundo real, en el que tiene sentido y utilidad. El contexto y los roles del alumnado son reales.
Conflicto	El conflicto a resolver no instrumentaliza los contenidos. Podría resolverse con contenidos distintos sin ningún problema.	Los contenidos están en la periferia del conflicto. Una gran parte de ellos se encuentra fuera y se trata de refilón.	Los contenidos están en el núcleo del conflicto y son esenciales para resolverlo. Una parte del conflicto debe resolverse con otros elementos.	Contenidos y conflicto están identificados los unos con el otro.
Discurso	La actividad de los alumnos es de juego búsqueda y reproducción de datos o representación de información, sin ningún proceso STEM específico.	Se aplican de manera pautada para la **obtención de datos** procesos y formatos propios de las áreas STEM (diseñar experimentos, hacer prototipos, hacer conjeturas).	Se aplican procesos y formatos propios de las áreas STEM para **argumentar a partir de datos y construir conocimiento**.	Se aplican dinámicas epistémicas propias de las áreas STEM para la **evaluación y validación de conocimiento**.
Contenidos y modelos científicos STEM	Los contenidos son transmitidos o reproducidos.	Los contenidos son aplicados y desarrollados **de forma parcial e informal**.	Los contenidos son construidos y desarrollados de **forma parcial y formalizados activamente.**	Los contenidos son construidos y desarrollados **de forma completa y formalizados.**
Apertura y autonomía del alumnado	El proyecto consiste en una sucesión de tareas completamente cerradas.	Los alumnos pueden tomar alguna decisión dentro de las tareas y participan en la evaluación a partir de criterios preestablecidos.	Los alumnos planifican la consecución de los objetivos, deciden productos y evaluación.	Los alumnos deciden temática y planificación del proyecto .
Inter-disciplinariedad	Participa una sola materia STEM.	Participan dos materias STEM.	Participan tres materias STEM.	Participan cuatro o más materias.

Tabla 2.-Proyectos analizados en la experiencia

Proyecto	Concepto/s	Tipo de proyecto	Referencia
Montgolfier Tornament	Cambios y tipos de energía	Producto: Construir un globo aerostático	Domènech-Casal, (en edición)
CRASH	Cinemática y dinámica	Problema (Estudio de Caso): actuar de peritos en accidentes de tráfico.	Domènech-Casal, Gasco, Royo y Vilches (2018).
EXOS	Componentes físicas de sistemas planetarios.	Problema (Estudio de Caso): Análisis de pruebas indirectas sobre exoplanetas.	Ruiz, Llorente y Domènech-Casal (2017).
Mission to Stars	Geografía básica del Universo.	Producto: Plan de una Misión Espacial.	Domènech-Casal y Ruiz-España, (2017)
Retorno a Karlsruhe	Tabla periódica y propiedades físicas y químicas.	Problema (Estudio de Caso): "descubrir" la Tabla Periódica.	Domènech-Casal (en evaluación)

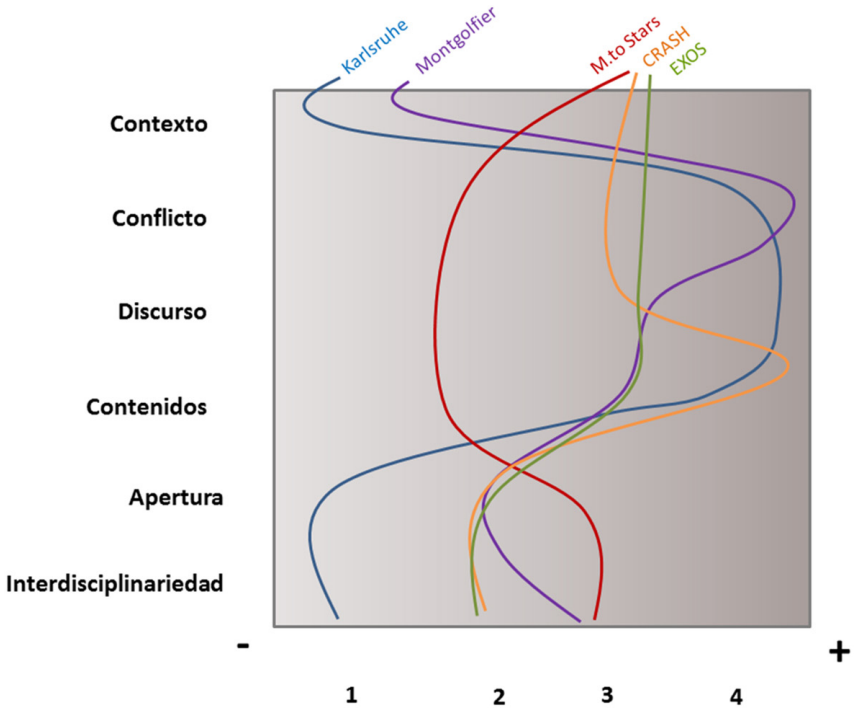


Figura 1.-Map ABPMap representando cada proyecto como una curva resultado de unir los valores obtenidos para cada componente de la rúbrica.

Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la reflexión metodológica del grupo de investigación consolidado ACELEC (Activitat Científica Escolar: Llenguatges, Eines i Contextos) referencia 2017 SGR 1399) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P).

Referencias bibliográficas

Albalat, A. (2017). Design thinking en STEAM. *Revista Ciències*, 34, 29-34.

Blanco A., España E. y Rodríguez F. (2012) Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 70, 9-18.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K. y Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher* 70(6), 5-9.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education? *Science,* 329 (5995), 996–996.

Caamaño, A. (2011). Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de Innovación Educativa*, 207, 17-21.

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía).*

Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importancia de "què" ensenyar a l'aula de ciències. *Revista Ciències*, 29, 29-36.

Couso, D. (2017). Perquè estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències*, 34, 21-29.

Domènech-Casal, J. (2017a). Aprendizaje Basado en Proyectos y competencia científica. Experiencias y propuestas para el método de estudios de caso. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Sevilla 2017.*

Domènech-Casal, J. (2017b). Aprenentatge Basat en Projectes en àmbits STEM. Claus metodològiques i reptes. *Revista Ciències*, 33, 2-7.

Domènech-Casal, J. (en edición, a). Contexto y modelo en el Aprendizaje Basado en Proyectos. Apuntes para el ámbito científico. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, en edición.

Domènech-Casal, J. (en edición, b). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las Ciencias*. Aceptado, en edición.

Domènech-Casal, J. (en evaluación). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de indagación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, en evaluación.

Domènech-Casal, J., Gasco, J., Royo, P. y Vilches, S. (2018). CRASH: un proyecto de enseñanza de cinemática y dinámica en el contexto del análisis pericial de accidentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 15 (2), 2103, 1-17.

Domènech-Casal, J. y Ruiz-España, N. (2017). Mission to Stars: un Proyecto de Investigación alrededor de la astronomía, las misiones espaciales y la investigación científica. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (1), 98–114.

Duranti, A. y Goodwin, C. (Eds). (1992). *Rethinking context: Language as an interactive phenomenon*. Cambridge: Cambridge, University Press

Gilbert, J.K. (2006) On the nature of ”context” in chemical education. *International Journal of Science Education,* 28(9), 957-976.

Gilbert, J. K. , Bulte, A.M.W. y Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.

Kilpatrick, W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process.* New York: Teachers college, Columbia University.

Kortland, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical frictions between context and science content. *ESERA. Malmö*.

Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD, Alexandria.

Martín, X. (2016). *Proyectos con alma*. Graó: Barcelona.

Miró, M., Saperas, A.M., Tarragó, M., Tordera, M.R. y Domènech-Casal, J. (2016). Cinc experiències i reflexions metodològiques sobre l'Aprenentatge Basat en Projectes a les Ciències. *Revista Ciències*, 32, 23-33.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D. Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H. y Hemmo, V. (2006). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Comission.

Ruiz, N., Llorente, I. y Domènech-Casal, J. (2017). Indagación, Exoplanetas y Competencia Científica. Los Estudios de Caso como ABP para las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 25(2), 191-202.

Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.

Sanmartí, N., Burgoa, B. y Nuño, T. (2011) ¿Por qué el alumnado tiene dificultades para utilizar sus conocimientos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 62-68.

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Repercusión del bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza. Un análisis de la perspectiva docente

David Aguilera Morales y Francisco Javier Perales Palacios

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

davidaguilera@ugr.es

Resumen:

Este trabajo pretende esbozar las repercusiones que ha generado el bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria. Así, se ha optado por la etnografía educativa como método para acercarnos a las percepciones y opiniones del profesorado que imparte dicha asignatura en centros andaluces bilingües de Educación Primaria. El instrumento utilizado ha sido un grupo de discusión, en el que han participado cinco maestros. Los resultados obtenidos apuntan a que el bilingüismo ha generado una mayor implicación de los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el uso de una gama más amplia de recursos didácticos (como las ilustraciones, materiales de elaboración propia…). No obstante, podemos concluir que la enseñanza bilingüe de las ciencias dificulta el rol de apoyo que ejercen las familias debido a su general desconocimiento de la lengua extranjera.

Palabras clave: Política educativa; bilingüismo; percepción docente; enseñanza de las ciencias.

Introducción

La promoción del bilingüismo en el continente europeo es uno de los baluartes de la política educativa internacional actual (Baetens, 2015). Del mismo modo, a nivel nacional el bilingüismo ha sido desde hace más de una década, y continúa siéndolo, una de las propuestas político-educativas que más expectación ha generado entre la comunidad educativa. Concretamente, en la comunidad andaluza, desde la aprobación del Plan de Fomento del Plurilingüismo en el año 2005 (Consejería de Educación, 2005), la red de centros bilingües se ha ido extiendo por todo el territorio de Andalucía, alcanzando en el presente curso académico (2017/2018) los 1079 centros educativos (Consejería de Educación, 2018). Asimismo, la proliferación de colegios e institutos bilingües se podría justificar a priori por los beneficios lingüísticos observados en el alumnado (Merino y Lasagabaster, 2015). En este sentido, dicho programa educativo contempla el uso de una segunda lengua (inglés, francés o alemán) como vehicular en las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, en el caso de la Educación Primaria.

Por el contrario, la adquisición de contenidos no lingüísticos se torna más incierta. Esto se refrenda en los resultados obtenidos por las diversas investigaciones que se han destinado a tal fin, así Anghel, Cabrales y Carro (2016) y Sotoca (2014) obtuvieron resultados discrepantes en el nivel de adquisición de contenidos en el área de Conocimiento del Medio de alumnos de la Comunidad de Madrid, efectos negativos del bilingüismo en el primer caso y positivos en el segundo. Frente a esta problemática, Pavón (2009) argumenta que anteponer los objetivos lingüísticos a los académicos podría conducir a un empobrecimiento en la adquisición de aquellos contenidos específicos de área. Por ende, uno de los mayores retos que plantea la enseñanza

bilingüe al profesorado, en particular, y a la comunidad educativa, en general, es conseguir que el alumnado adquiera las competencias necesarias para comunicarse y lograr un aprendizaje en una segunda lengua de los contenidos propios del área de Ciencias de la Naturaleza (Ramos y Espinet, 2013). Al hilo de esto, encontramos algunos estudios que han examinado de forma conjunta el aprendizaje por parte del alumnado de la segunda lengua y de los contenidos de ciencias, obteniendo buenos resultados en ambos casos (Archila, 2013; Bravo-Torija, Martínez-Peña, Embid, Carcelén y Gil-Quílez, 2016). Sin embargo, el volumen de trabajos que contrastan los resultados de la enseñanza bilingüe de las ciencias con la no bilingüe es bastante escaso (Fernández-Sanjurjo, Fernández-Costales y Arias, 2017). Así, estos últimos autores obtuvieron resultados favorables a la enseñanza no bilingüe en cuanto al aprendizaje de contenidos científicos.

Dada la generalización de la enseñanza bilingüe en la geografía española y en el área de Ciencias de la Naturaleza se hace indispensable analizar las percepciones, vivencias y opiniones de aquellos que la llevan a la práctica, más aún si admitimos que las concepciones del profesorado inciden directamente en su práctica (Farrel y Lim, 2005). A la luz de la situación descrita, este trabajo atiende a la pregunta: ¿Cómo repercute el bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza? Por tanto, el propósito de éste es: Esbozar las repercusiones que ha generado el bilingüismo en la enseñanza de las ciencias desde el punto de vista de los maestros de Educación Primaria.

Método

La metodología empleada, de naturaleza cualitativa, ha sido la etnografía educativa. Ello nos permite comprender «desde dentro» los distintos procesos de enseñanza-aprendizaje (E-A) que tienen lugar en la escuela, pues la intención es describir y explicar la realidad desde la percepción, atribuciones de significado u opinión de los participantes (Sandín, 2003), en nuestro caso maestros.

Participantes

La selección de los participantes fue intencional, teniendo en cuenta su formación y grado de interés hacia la investigación propuesta. Así, participaron cinco maestros de Educación Primaria (un hombre y cuatro mujeres), cuya experiencia profesional media asciende a 10.2 años. Todos imparten la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (Bilingüe) en la etapa de Educación Primaria y provienen de centros educativos andaluces.

Instrumento

El instrumento utilizado ha sido el grupo de discusión, previamente validado por cinco expertos. Dicho instrumento consta de 20 ítems de respuesta abierta y se diseñó para un estudio de mayor envergadura.

Procedimiento

De acuerdo a las recomendaciones de actuación para este tipo de investigación propuestas por Latorre, Del Rincón y Arnal (1996), el procedimiento seguido se corresponde con la secuencia mostrada en la Figura 1.

El grupo de discusión estuvo compuesto por cinco participantes y un moderador (uno de los autores), no excediendo los 90 minutos recomendados para un desarrollo óptimo de la conversación (León y Montero, 2002).

Análisis de los datos

El análisis de la información obtenida se llevó a cabo a través de un procedimiento de reducción, mediante la categorización manual de la transcripción del grupo de discusión. Así, el proceso

de categorización ha sido de carácter inductivo, a fin de extraer más información y respetar la especificidad del documento transcrito.

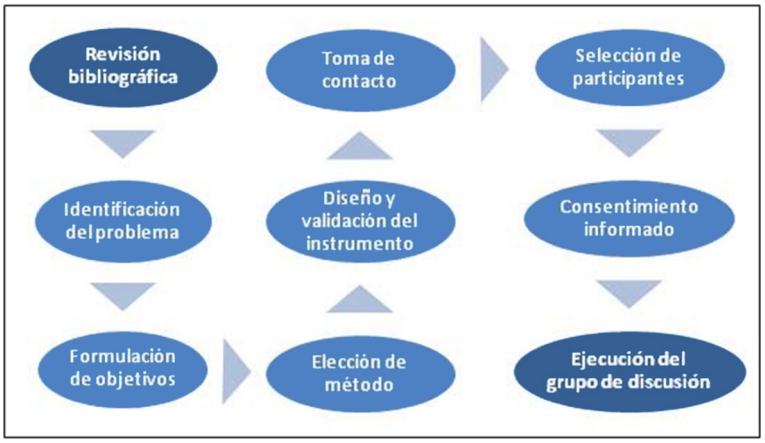


Figura 1. Procedimiento de la investigación

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos aglutinan una serie de repercusiones del bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza que podrían clasificarse como positivas y negativas, según el efecto producido en el proceso de E-A del alumnado.

Además, atiendo a los componentes que conforman la comunidad educativa, podríamos categorizar dichas consecuencias en referentes a: profesorado, alumnado y familias. Por tanto, la Tabla 1 muestra aquellas repercusiones positivas generadas por el bilingüismo en el área de Ciencias de la Naturaleza.

Tabla 1. Repercusiones positivas del bilingüismo

Referidas a	Repercusiones positivas
Profesorado	- Aumenta la implicación y dedicación del profesorado. - Promueve la elaboración de materiales propios del profesorado. - Favorece el uso de una gama más amplia de recursos didácticos.
Alumnado	- Mejora de la motivación e interés por aprender.

A la luz de los resultados mostrados en la Tabla 1, podemos observar que según la percepción del profesorado la enseñanza bilingüe no parece repercutir positivamente en las familias. Sin embargo, existen varias consecuencias que benefician directamente al profesorado e indirectamente a su labor docente, pues el aumento de la implicación y dedicación del profesorado influye en la metodología didáctica empleada, la adecuación de los contenidos y los recursos utilizados (Bravo-Torija et al., 2016). Ello contribuye notablemente al incremento de la motivación y del interés por aprender del alumnado, dado que la estrategia didáctica y el grado de implicación de aquel determinan el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje, generalmente, y hacia las ciencias particularmente (Tolstrup, Møller y Ulriksen, 2014).

Por otro lado, la Tabla 2 recoge aquellas repercusiones negativas que ha generado el bilingüismo según la percepción de los docentes.

Tabla 2. Repercusiones negativas del bilingüismo

Referidas a	Repercusiones negativas
Profesorado	- Genera estrés y agobio. - Antepone la adquisición de contenidos lingüísticos a aquellos propios del área de ciencias. - Rebajan considerablemente los contenidos científicos.
Alumnado	- Dificulta la comprensión de los contenidos científicos.
Familias	- Limita su implicación en el proceso de E-A de sus hijos.

Según las evidencias mostradas por los participantes, podemos afirmar que existen más consecuencias negativas que positivas en cuanto a cantidad y población de destino. En este sentido, la exigencia y la carga de trabajo que soporta el profesorado para adaptar los contenidos de ciencias a la enseñanza bilingüe provoca: (1) estrés y agobio, y (2) la decisión de rebajar el nivel de contenidos científicos en pro de garantizar la adquisición de los conocimientos lingüísticos. En este sentido, Ramos y Espinet (2013) abogan por un equilibrio entre los conocimientos lingüísticos y los científicos en el área de Ciencias de la Naturaleza. Unido a ello, aparecen las dificultades del alumnado para comprender los textos de ciencias escritos en la segunda lengua y la falta de apoyo familiar por desconocimiento del idioma (González, Fernández y Arias, 2017).

A continuación, se muestran algunas de las aportaciones realizadas por los maestros en aras de ilustrar los resultados mostrados en las Tablas 1 y 2:

> «Curiosamente, yo utilizo el libro y si no es el libro hago yo resúmenes del libro, porque al estar en inglés [los contenidos de Ciencias de la Naturaleza] es más complicado para los alumnos estudiarlos. Así con los resúmenes les resulta más fácil. Por lo que me interesa menos lo que viene en el libro, me interesa más sacar la información y ponérsela más resumida y más sencilla para que los niños la comprendan. Entonces, el bilingüe tiene esa parte buena que te ayuda a hacer cosas para ayudarles [a los alumnos]» (Docente 1).
>
> «En mi caso, yo utilizo bastante más las ilustraciones que el libro, porque considero que enlazan mejor los conceptos las imágenes que el texto escrito. Además, con las Naturales bilingües las ilustraciones son muy importantes para que los niños puedan aprender vocabulario. Así que trabajo, como ya he dicho, mucho con flash-card elaboradas por mí, que además hacen que los alumnos se impliquen y se interesen» (Docente 3).
>
> «Es que hay un problema. Los libros tienen un nivel gramatical súper alto y, entonces, los niños no entienden todo lo que viene en el libro de Ciencias Naturales, que está entero en inglés y se pierden y les tienes que ayudar haciendo resúmenes, esquemas…» (Docente 5).
>
> «Por ejemplo, me gusta hacerle dictados y hacerles cosas, para que cuando llegue el examen de Naturales conozcan como se escriben las palabras en inglés» (Docente 1). A lo que Docente 3 añade: «Yo como está en inglés pues leer, leer no leemos o si lo hacemos es para trabajar la pronunciación en inglés».
>
> «En referencia a los padres, a mí el año pasado me llegaron unos padres comentándome que cómo podía ser que el libro de Ciencias Naturales tuviese más nivel y fuese más difícil que el libro mismo de inglés. Y se quejaban de que no podían ayudar a sus hijos porque no sabían inglés (…), estoy súper agobiada con eso» (Docente 5).

Conclusiones

El presente trabajo tenía por objetivo esbozar las repercusiones que ha generado el bilingüismo en la enseñanza de las ciencias a partir de las percepciones de los maestros de Educación Primaria. Por tanto, podemos concluir que el bilingüismo:

(1) Involucra en mayor medida al profesorado en el proceso de E-A y contribuye a la promoción de actitudes positivas en el alumno hacia el aprendizaje.

(2) Presenta aspectos negativos que limitan: la adquisición de contenidos científicos por parte del alumnado y la participación de las familias en el proceso de E-A.

En definitiva, según los resultados obtenidos podríamos afirmar que el reto que afronta la enseñanza bilingüe de las ciencias ya expuesto por Ramos y Espinet (2013) aun sigue vigente y, lo que es menos alentador, parece lejana su consecución. No obstante, hemos de atender a las limitaciones que presenta este estudio en cuanto a la generalización de los hallazgos se refiere.

Referencias bibliográficas

Anghel, B., Cabrales, A. y Carro, J.M. (2016). Evaluating a bilingual education program in Spain: the impact beyond foreign language learning. *Economic Inquiry*, *54*(2), 1202–1223.

Archila, P.A. (2013). La argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10*(3), 406-423.

Baetens, H. (2015). Europe: supra-national interventions promoting bilingual education. In P. Mehisto y F. Genesee *Building Bilingual Education Systems* (pp. 23-41). Cambridge: Cambridge University Press.

Bravo-Torija, B., Martínez-Peña, B., Embid, B., Carcelén, N. y Gil-Quílez, M.J. (2016). El reto actual del bilingüismo en educación primaria: ¿cómo conseguir que los alumnos aprendan ciencias y aprendan inglés? *Campo abierto: Revista de educación*, *35*(1), 173-187.

Consejería de Educación (2005). «Acuerdo de 22 de marzo de 2005, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan de Fomento del Plurilingüismo en Andalucía», en BOJA Nº 65 de 5 de abril de 2005.

Consejería de Educación (2018). *El programa bilingüe andaluz en cifras*. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/abaco-portlet/content/3581d5fe-3a30-4723-b75b-3e29d45826c1

Farrell, T.C. y Lim, P.C.P. (2005). Conceptions of grammar teaching: A case study of teachers' beliefs and classroom practices. *TESL-EJ*, *9*(2), 1-13.

Fernández-Sanjurjo, J., Fernández-Costales, A. y Arias, J.M. (2017). Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non-CLIL programmes: empirical evidence from Spain. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, DOI: 10.1080/13670050.2017.1294142

González, M., Fernández, I. y Arias, A. (2017). Educación bilingüe vs. educación británica en España: comparación de contenidos y métodos de evaluación en el área de las Ciencias de la Naturaleza. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, *3*(2), 697-701.

León, O. y Montero, I. (2002). *Método de Investigación en Psicología y Educación*. Madrid: McGraw Hill.

Merino, J. A. y Lasagabaster, D. (2015). CLIL as a way to multilingualism. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, DOI: 10.1080/13670050.2015.1128386.

Pavón, V. (2009). Cambios en la realidad educativa a través de la enseñanza integrada de lenguas y contenidos. En J. Jiménez y M. J. López-Pedraza (Coords.), *Las lenguas extranjeras como vehículo de comunicación intercultural* (pp. 65-84). Madrid: Instituto Superior de Formación del Profesorado.

Ramos, S.L. y Espinet, M. (2013). Una propuesta fundamentada para analizar la interacción de contextos AICLE en la formación inicial del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *31*(3), 27-48.

Sandín, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw Hill.

Sotoca, E. (2014). La repercusión del bilingüismo en el rendimiento académico en alumnos de colegios públicos de la Comunidad de Madrid. *Revista Complutense de Educación*, *25*(2), 481-500.

Tolstrup, H., Møller, L. y Ulriksen, L. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, *36*(2), 186-215.

Evaluación de la implementación de unidades didácticas (UD) en el aula

Adriana Rocha, Cristina Iturralde y Adriana Bertelle

Departamento de Formación Docente. Facultad de Ingeniería. UNCPBA. Argentina

arocha@fio.unicen.edu.ar

Resumen

Los trabajos de investigación sobre la efectividad de propuestas didácticas no han de centrarse sólo en el análisis de lo ocurrido con el aprendizaje al implementarlas en el aula, sino que deben hacer referencia a cómo dichas propuestas se han desarrollado. El análisis de las situaciones de aula que se producen durante la implementación de una propuesta didáctica, realizado a partir de observaciones de clase, permite obtener datos para determinar en qué medida la propuesta se ha implementado según lo previsto y las "características" del trabajo de la o del profesor y los estudiantes, en ese contexto educativo. Vincular estos resultados con el análisis del aprendizaje, permite identificar los aspectos de la misma y de su desarrollo en aula que realmente promueven el aprendizaje.

Palabras clave: Diseño de propuestas didácticas; Aula de ciencias; Física

Introducción

El trabajo de diseño de materiales para el aula, por parte de equipos de investigadores, requiere tomar decisiones basadas en supuestos teóricos que han de ser explícitos. La transformación del conocimiento que surge de la investigación en aportes a la mejora de la práctica docente, es una contribución valiosa que requiere relacionar los supuestos teóricos sobre la enseñanza, el aprendizaje y el objeto de conocimiento con el diseño de los materiales para el aula (Tiberghien, Vince y Gaidioz, 2009).

Cuando se lleva al aula una propuesta didáctica elaborada por un investigador, el análisis de la efectividad de dicha propuesta, en relación con el aprendizaje, ha de tener en cuenta, además de los resultados de dicho aprendizaje, el rol de la/el docente mientras desarrolla la instrucción (Leach y Scott, 2002) y cómo va poniéndose en juego el contenido en el aula.

Entendemos que el aprendizaje en el aula es una construcción que va ocurriendo primero en el plano interpersonal y luego es internalizada por cada estudiante. El conocimiento que cada estudiante va elaborando depende de su conocimiento previo y de la situación de aprendizaje. Además, es esperable que cada docente haga un uso particular de los materiales de una UD. No podemos desconocer que el/la docente con varios años de experiencia, pone en juego sus propias estrategias para usar un material didáctico (Rocha, 2008).

La metodología de evaluación del diseño y la implementación de una UD en el aula que se presetna en este trabajo permite analizar los logros en los aprendizajes en relación a lo que sucede en las clases e implica trabajar en los siguientes aspectos:

1. Análisis de los aprendizajes. Los resultados obtenidos en diferentes implementaciones de UD diseñadas por los investigadores del grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE), han sido publicados (Bravo, Pesa y Rocha, 2014, 2013).

2. Análisis de los materiales de la UD, para:
   a) Identificar el modelo didáctico en que puede encuadrarse la UD.
   b) Elaborar los referentes teóricos que sirvan como base para recolectar e interpretar los datos extraídos de las observaciones que se realicen durante la puesta en práctica de la propuesta.
3. Estudio a partir de la observación de clase de cómo se desarrolla la UD en el aula.
4. Análisis de la relación entre los aprendizajes y lo ocurrido en el aula.

En este trabajo se presenta la metodología empleada para llevar adelante los aspectos 2 y 3 de la evaluación y, a modo de ejemplo, algunos resultados.

Los materiales de una Unidad Didáctica

Los materiales de una UD poseen, en general, una introducción (fundamentos epistemológico-psicológico-didácticos de la propuesta), contenido y objetivos de aprendizaje, una secuencia de actividades y recomendaciones para el trabajo docente con el material. La secuencia constituye el itinerario que el diseñador de la propuesta considera más adecuado para el aprendizaje (Sanmartí, 2000). En ella se incluye el enunciado de cada actividad y la ubicación en la misma. En algunos casos, aparece también la intención didáctica y las estrategias que se espera que el o la docente utilice.

Una UD puede describirse en términos de un modelo didáctico, a través de los siguientes aspectos: fundamentos psicológicos y epistemológicos, selección y organización de los contenidos, tipo de actividades de enseñanza y recursos; roles, interacción y contexto (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

La estructura temática que propone la UD (tratamiento del contenido) puede expresarse en términos de un patrón temático que permite visualizar la red de relaciones que se establecen entre los significados de términos en un tema particular (Lemke, 1997). Esos conceptos y significados se construyen a través del habla, imagen, del uso de palabras y otros símbolos.

El enfoque del aula y las decisiones metodológicas

Interesa conocer lo que ocurre en el aula en términos de qué contenido se pone en juego, cómo se desarrollan las actividades propuestas y qué estrategias docentes utiliza el o la profesora en cada momento, además de la manera en que se va construyendo significado. Ello requiere trabajar en diferentes niveles de análisis de los datos (Tiberghien y Malkoun, 2010) y tomando como base los referentes elaborados.

Se entiende el aula como un sistema complejo en el que se construyen socialmente significados. Se negocian significados para construir conocimientos compartidos (Edwards y Mercer, 1988) de los y las estudiantes entre si y con el/la docente En este proceso, relaciones semánticas y sintácticas reelaboran la lógica del contenido de la ciencia a través de la lógica de la interacción discursiva (De Longhi, 2000). En particular, las intervenciones orales son una de las predominantes en las clases de nivel medio (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003).

Metodología

Como se indica en la Introducción, se presenta lo realizado en relación con:

- Análisis el material escrito de la UD. Permite elaborar los referentes teóricos (descripción de la estructura de la UD con detalle de las estrategias didácticas sugeridas al docente y patrón temático) para llevar adelante el análisis de las observaciones.
- Observación del desarrollo de las clases en las que se implementó la propuesta didáctica. Se realiza la observación directa de las clases, con registro en video y notas de campo.

A partir de la observación de las clases se obtienen datos que permiten:

- Determinar en qué medida la propuesta se ha desarrollado según lo previsto tanto en relación con el contenido como con el modelo didáctico
- Identificar las "particularidades" del trabajo del profesor y los estudiantes. Ello requiere estudiar:

  - El tratamiento del contenido a través del patrón temático de las clases (De Longhi, 2000).

  - Las estrategias de desarrollo temático presentes en el diálogo áulico a través del tipo de intervenciones del docente y de los alumnos (De Longhi, 2000; Iturralde, 2009; De Longhi y otros, 2012). El análisis de las estrategias discursivas del docente y su relación con la finalidad que persigue en cada momento de la clase se realiza a través del uso de un instrumento (tabla 1) que permite identificar, a partir del tipo de intervenciones de docente y estudiantes, la estrategia de desarrollo temático que se está poniendo en juego (Moccearo e Iturralde, 2016).

Tabla 1. Parte del instrumento de categorización de estrategias docentes

Categorías de estrategias de desarrollo temático	Tipo de intervención (docente)	Tipo de intervención (estudiante)
Solicitud de información		N
Legitima	G	Qa
Repite	Ge, F	S
Meta análisis	Gd	
Define	Gb, Gc	Qa
Control de Actividad	K	
Indaga conceptos y procesos	A, Ca	Qa
Emite hipótesis	Cd	Y
Justifica	J	

A: Controlar conocimiento; **Ca**:Indaga comprensión de concepto o experiencia; **Cd**: Plantea interrogante para generar hipótesis; **F**: Reubica aporte de un estudiante; **G**: Aportes que indican respuesta válida; **Gb**: Aporta información nueva; **Gc**: Asigna un "nombre" al concepto elaborado; **Gd**: metaanálisis del proceso; **Ge**: Valida aporte; **J**: Justifica el por qué de una tarea; **K**: Estimula la participación; **N**: Solicita aclaración; **Qa**: Expresa conocimiento de concepto o proceso; **S**: Repite respuesta textual; **Y**: Emite hipótesis; **P**: Indaga si es correcta la idea.

Un caso de uso de la metodología propuesta

Esta forma de trabajo se ha aplicado a la evaluación de la UD "Diseñando un retroproyector para entender acerca de la visión" en 4° año de Educación Secundaria en Argentina. La docente que implementó la propuesta participó de encuentros de trabajo con la diseñadora de la propuesta, antes y durante el desarrollo de la misma, para intercambiar las bases científico – didácticas, reflexionar críticamente sobre sus propias concepciones, compartir y evaluar las ideas de los y las estudiantes. A modo de ejemplo se presentan algunos resultados.

En relación con los materiales de la UD a analizar: están integrados por una Guía del y la Docente y un Cuadernillo para el estudiante. Este Cuadernillo contiene los enunciados de las actividades e indicaciones que muestran si se propone trabajar en forma individual o grupal, en clase o extraclase. La secuencia de actividades se organiza en niveles que corresponderían a tres sub-secuencias de enseñanza y de aprendizaje, ligadas cada una a temáticas científicas diferentes.

La Guía del/de la docente incluye una descripción de las 15 actividades de aprendizaje (situaciones problemáticas, cuestionarios, actividades experimentales). Las actividades incluyen: consigna, intención didáctica y sugerencias para el docente. Se propone una dinámica para el

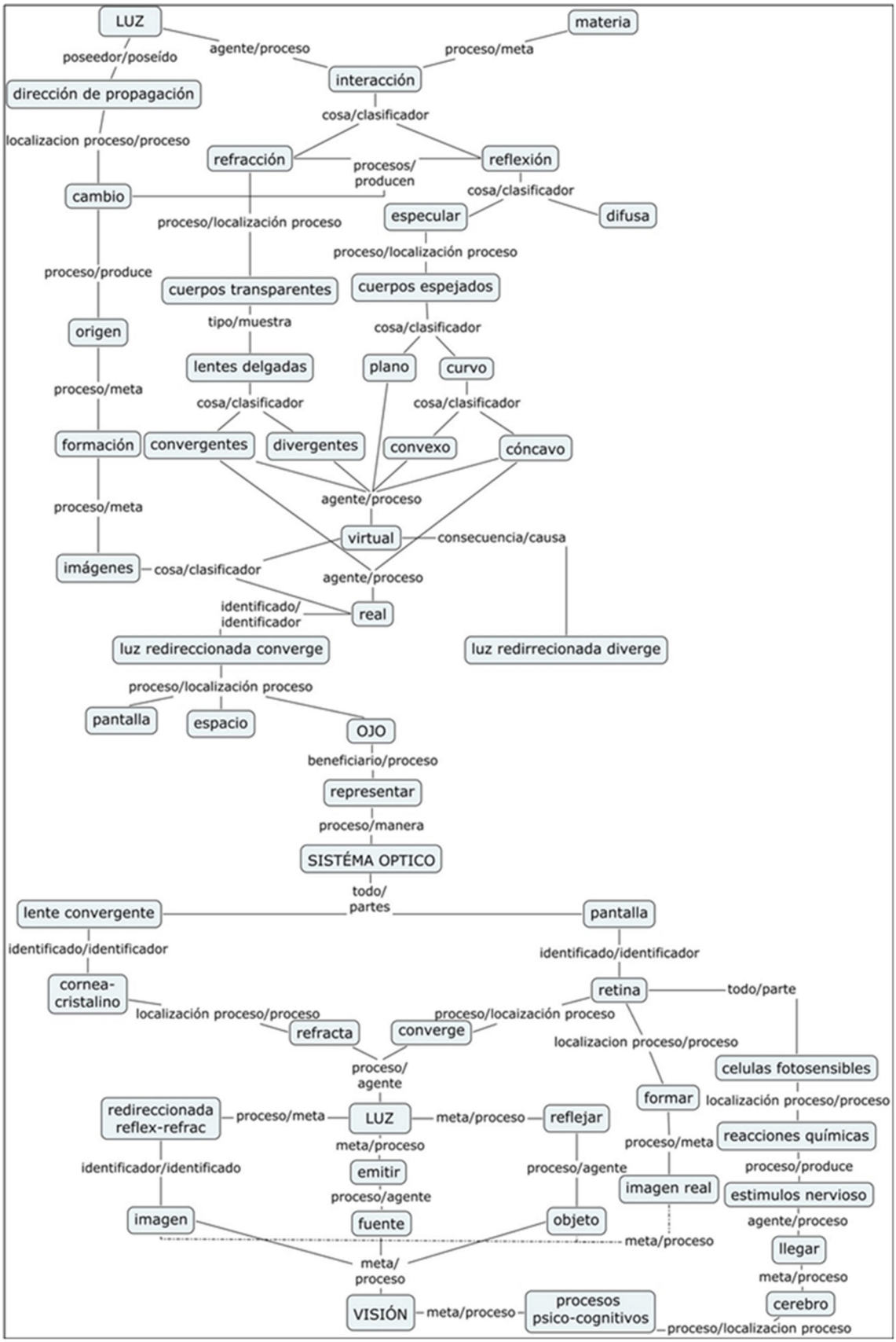


Figura 1. Diagrama del patrón temático referente

desarrollo de las clases sugiriendo 2 ó 3 momentos en los cuales se alternan el trabajo individual y el grupal de los estudiantes y la intervención docente, según la etapa de la secuencia de enseñanza y de aprendizaje.

Por ejemplo, en la etapa de "Iniciación" se indica que sería esperable de parte del/de la docente, presentar interrogantes que ayuden a la explicitación de ideas y a su análisis y que se trabaje sobre las concepciones de los estudiantes en relación con la explicación y la argumentación. En la etapa de "Desarrollo", se sugiere que se apunte a presentar el saber y saber hacer de la ciencia y a analizar junto con todos los estudiantes, cómo se explica y argumenta en ciencia. Para la etapa de "Síntesis" en la Guia del docente se dan, a modo de ejemplo, intervenciones esperables, correspondientes a ese momento.

La descripción de la UD es parte del referente que guió la observación de la implementación de la propuesta en el aula. Completa el referente, el diagrama del patrón temático (figura 1) construido a partir de los materiales escritos de la UD, siguiendo una adaptación de las categorías de Lemke (Moccearo e Iturralde, 2013).

Los registros fílmicos y de audio del desarrollo de las clases se revisan primero globalmente para rescatar aspectos relevantes y para trocear cada clase identificando niveles, etapas de la UD, actividades. En un segundo momento se profundiza el análisis para identificar las estrategias docentes y el tratamiento del contenido.

A modo de ejemplo se mencionan algunos resultados del análisis: en la etapa de "Desarrollo" es donde la docente despliega una mayor variedad de estrategias. Dedica tiempo a discutir con los estudiantes acerca de lo que es la elaboración de una explicación en ciencias y, en menor medida a presentar lo que implica la habilidad de argumentación, que es uno de los ejes centrales de la propuesta.

En la etapa de "Síntesis" se observa que si bien la docente propicia la participación de los estudiantes solicitando que lean las respuestas escritas, luego no compara con las ideas iniciales. En general, aunque la docente no utiliza todas las estrategias propuestas se evidencia que su estilo docente contribuye en forma positiva durante el desarrollo de las actividades. Una de las principales diferencias observadas al comparar el diagrama de patrón temático de las clases, con el referente, es que no aparecen relaciones semánticas entre formación de imagen en espejos como así tampoco, se hace referencia al tipo de imágenes que estos forman (figura 2).

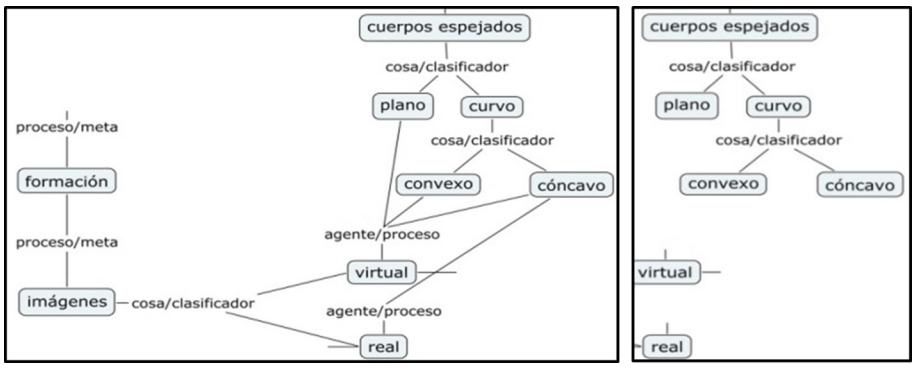


Figura 2. Comparación de relaciones semánticas en formaciones de imágenes en espejos, entre el referente y las surgidas en clases

Conclusión

La aplicación de la metodología presentada en este trabajo ha permitido obtener resultados que relacionan el accionar del docente en el desarrollo de las clases y el camino en el cual se ha ido construyendo el conocimiento en el aula. Se trabaja actualmente para mejorar y profundizar

aspectos relacionados con los análisis, cómo también en vincular los resultados de los aprendizajes y los de la implementación de las UD en las aulas de clase.

Referencias bibliográficas

Bravo, B; Pesa, M. y Rocha, A. (2013). Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos. Segunda parte. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 8 (1) 62-76.

Bravo, B; Pesa, M. y Rocha, A. (2014). Una propuesta para enseñar a elaborar explicaciones científicas en la educación secundaria - *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* Nº 076.

De Longhi, A. (2000). Análisis didáctico del discurso de profesor y de alumno en clases de Ciencia y la comunicación del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias, 18* (2), 201-116.

De Longhi, A; Ferreyra, A.; Peme, C.; Bermudez, G.; Quse, L.; Martínez, S. ; Iturralde, C. y Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias 9*, 2,178-195.

Edwards, D. y Mercer, H. (1988). *El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula*. Paidós. Barcelona.

Iturralde, C. (2009). *Influencia del lenguaje en la adquisición de conceptos químicos.* Tesis de Maestría inédita. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarria. Argentina.

Jiménez Aleixandre, M.P. y Díaz De Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias 21*(3), 359-370.

Leach, J. y Scott, P. 2002. Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education, 38*, 115-142.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós.

Moccearo, H. e Iturralde, C. (2013). Metodología empleada para analizar una unidad didáctica y su implementación en el aula mediante los patrones temáticos que surgen. *Actas XXIV Encuentro Estado de la Investigación Educativa.* Universidad Católica de Córdoba.

Moccearo, H. e Iturralde, C. (2016). Estrategias discursivas empleadas por el docente que favorecerían la reconstrucción de patrones temáticos de física. Actas del *2do. Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática -3er. Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática.* Facultad de Ciencias Exactas. UNICEN.

Pozo M., J. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata. Madrid.

Quse, L. y De Longhi, A. (2011). El análisis del patrón temático de la célula: categorías para evidenciar la construcción del conocimiento. *V Coloquio de Investigadores en Estudio del Discurso. II Jornadas Internacionales de Discurso e Interdisciplina*.

Rocha, A. (2008). Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la Universidad. (Tesis doctoral). Versión en CD. España: USC.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de las unidades didácticas en Didáctica de las Ciencias Experimentales. En Perales Palacios y Cañal de León (dirección). Ed Marfil. España.

Tiberghien, A., Vince, J. y Gaidioz, P. (2009). Design-based research: Case of a teaching sequence on mechanics*. International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.

Tiberghien, A. y Malkoun, L. (2010). Analysis of classroom practices from the knowledge point of view: how to characterize them and relate them to students' performances. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 10* (1).

Proyectos innovadores en el aula universitaria

M. Marcela Manuale
Gabinete Pedagógico. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Argentina
manuale@fbcb.unl.edu.ar

Resumen

Se presenta un estudio en el ámbito de las ciencias experimentales de mi tesis doctoral que se ocupa de "Los procesos de innovación y las buenas prácticas de enseñanza.", donde son abordados tópicos sobre los procesos de enseñanza en el ámbito universitario y su vinculación con las innovaciones educativas, la investigación sobre las prácticas y el mejoramiento del aprendizaje de los alumnos. Se estudian los proyectos de innovación curricular (PIC) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional del Litoral-Argentina, durante 2017, desde una perspectiva compleja y crítica. El avance del proyecto es preliminar, aunque puede afirmarse que los procesos de diseño, implementación y evaluación de las innovaciones pedagógicas constituyen ámbitos favorecedores de la mejora de las prácticas educativas, de la formación y el desarrollo profesional de los docentes universitarios.

Palabras clave: innovación; proyectos innovadores; prácticas de enseñanza; aula universitaria

Introducción

En las primeras décadas del siglo XXI la universidad está inserta en nuevos escenarios, marcados por múltiples crisis que nos exigen repensar la institución frente a los nuevos escenarios, de fuerte complejidad social, política, cultural y económica. El agotamiento del modelo neoliberal conservador, y la primacía del mercado nos exigen un fuerte debate, desde distintas dimensiones y perspectivas. Las prácticas en la universidad necesitan ser revisadas, para poder responder a nuevas demandas, contextos, destinatarios y paradigmas teórico-ideológicos, especialmente desde Latinoamérica, con miradas críticas y compromiso ético, que pueda traducirse en nuevas prácticas educativas. El desarrollo de buenas prácticas está unido a la necesidad de rupturas con viejos modelos. De allí que nos interesa centrar nuestro análisis en las innovaciones y su impacto en las prácticas de enseñanza y en el mejoramiento de los aprendizajes de los alumnos, de manera de asegurar una educación inclusiva.

Marco teórico

> *Innovar no es sólo hacer cosas distintas*
> *sino hacer cosas mejores (Zabalza, 2002)*

Es importante poder situar el análisis de las innovaciones, ubicando el concepto de innovación en una perspectiva compleja, amplia y crítica, y desde una intencionalidad política transformadora. Tomar distancia de los sentidos dominantes que vinculan la innovación con una racionalidad instrumental es un ejercicio reflexivo que se adopta. Las innovaciones aluden a procesos de cambio o de rupturas en las prácticas y supuestos de los actores e instituciones intervinientes; estos cambios tienen un carácter intencional y planificado, ya que se dirigen a mejorar situa-

ciones percibidas como problemáticas, en contextos complejos e inciertos. Actualmente, hay acuerdo en señalar que una innovación implica no solo la incorporación de algo nuevo, sino también incluye la mejora de una realidad ya existente. Señalamos algunos sentidos para analizar las innovaciones:

a. la conceptualización de la innovación está vinculada con valoraciones, referentes teóricos y contextos específicos. La innovación siempre adquiere una significación en función de la perspectiva teórico valorativa en la que se inscribe. Desde una mirada histórica, la innovación en la enseñanza ha sido un objeto central desde las perspectivas tecnicistas, donde la innovación es percibida como una *modificación parcial.* Contrapuesta a estas miradas tecnocráticas, los planteos críticos comprenden la innovación desde otras coordenadas como la multidimensionalidad, la explicitación de los presupuestos y la contextualización.

b. las innovaciones educativas se vinculan con cambios y rupturas en las reglas de las prácticas educativas y deben afectar algunos supuestos básicos subyacentes. Si abordamos a la innovación en el campo didáctico curricular, debemos asociarla a prácticas de enseñanza que alteren, de alguna manera el sistema de relaciones unidireccionales, supone siempre una ruptura con el estilo didáctico tradicional. En este encuadre las innovaciones son entendidas como producciones originales en su contexto de realización, que se inician a partir del interés por la solución de un problema relativo a las formas de operar de los docentes en relación con uno o varios componentes didácticos; tales innovaciones son llevadas a cabo por esos sujetos a lo largo de todo el proceso y afectan el conjunto de las relaciones de la estructura didáctico-curricular (Lucarelli, 2004). Por ello, las innovaciones implican una *ruptura* con un estilo didáctico tradicional hegemónico en las prácticas universitarias, y un fuerte *protagonismo de los actores*, tanto en los procesos de diseño y gestación como de desarrollo de nuevas prácticas. Un estilo de enseñanza innovador recupera el rol protagónico de los estudiantes en un aprendizaje más significativo y comprensivo, y revaloriza el cambio de perspectiva de los docentes (Vargas, 2013)

c. la innovación se relaciona fuertemente con la investigación educativa. Las innovaciones deben basarse en los problemas que identifican los docentes en las aulas, en la enseñanza, en el curriculum. Las investigaciones tendrían que acompañar los procesos de innovación educativa, para dar cuenta de las modificaciones y mejoras que se producen efectivamente en ellos. Se debe promover un espiral de investigación e innovación donde ambos se retroalimenten.

d. La innovación educativa tiene que ampliarse a los colectivos docentes y afectar las instituciones educativas. La innovación necesita del trabajo en equipo de los docentes, de la actitud reflexiva y activa de profesionales trabajando juntos en las innovaciones, y en donde está implicado todo: desde la institución, los planteamientos más amplios hasta el trabajo en el aula, según explican Blanchard y Muzás (2007). Hay que pasar de impulsar experiencias de innovación a buscar la generalización de los cambios, en espacios colectivos de reflexión en torno a las prácticas innovadoras, a fin de propiciar el mejoramiento institucional (Litwin, 2008).

Metodología

El presente trabajo de investigación opta por un enfoque cualitativo para el análisis de la problemática objeto de estudio, para comprender e interpretar los procesos de innovación en la docencia universitaria y su impacto en el aprendizaje de todos los participantes, desde la perspectiva de los propios actores. El criterio de selección fueron los PIC aprobados en la segunda convocatoria 2016 y desarrollados durante 2017, pertenecientes a diferentes cátedras y campos disciplinares. Los *instrumentos para la recogida de datos* son la observación directa de la ejecución de algunos proyectos, en momentos específicos, cuestionarios a diferentes actores, entrevistas en profundidad a docentes participantes de experiencias innovadoras, así como el análisis

documental (Proyectos e Informes finales de las innovaciones, socializados en las Jornadas de evaluación de los PIC). Se presenta aquí una primera aproximación al análisis de estos proyectos innovadores.

Los Proyectos de Innovación

Los Proyectos de Innovación Curricular (PIC) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas tienen por objetivo fortalecer las prácticas tendientes a la renovación de los dispositivos pedagógicos que se desarrollan cotidianamente en las aulas universitarias de esta Facultad, promoviendo modificaciones en diferentes aspectos. Se entiende que "La innovación curricular es un proceso de transformación del currículo que comprende los niveles de rediseño, ajuste o complementación curricular, modifica de fondo y/o de forma el currículo de un programa de una asignatura de alguna de las carreras de la FBCB/ESS." (Art. 1 Resol. N 963-14). Los *objetivos* propuestos son: -Apoyar propuestas disciplinarias e interdisciplinarias de innovación y mejora en la docencia en los diferentes espacios curriculares que permita generar aprendizajes significativos en los estudiantes. Y -Promover y fortalecer espacios de mejora e innovación educativa que contribuyan a implementar nuevas estrategias de enseñanza (en distintas modalidades: presencial y a distancia). En el Reglamento se identifican *tres tipos de proyectos*: los que apuntan a modificaciones en cualquiera de los aspectos relativos al diseño curricular (A); los que plantean una innovación implementando metodologías activas y colaborativas en el aula universitaria (B), y el desarrollo de materiales, recursos y apoyos a la docencia universitaria (C). (Artículo 5)

Selección y evaluación de los Proyectos de Innovación curricular (PIC): Para las dos convocatorias de los PIC se propuso un mecanismo de evaluación por Pares Externos, con una comisión de expertos, que analizó, evaluó y priorizó los PIC, en un orden de mérito. En la segunda convocatoria se aprobaron con financiación 7 proyectos. Los siguientes proyectos son los que efectivamente forman parte del estudio, y se los caracteriza brevemente.

1. Ética y derechos humanos: autonomía en la alimentación. Tipo B

Resumen: Implementar la enseñanza de un tema a partir de una metodología didáctica innovadora sustentada en el lenguaje cinematográfico como narrativa que posibilita y favorece los procesos deliberativos, realizando una integración inter-cátedra, como un modo de aportar a la construcción de una mirada compleja capaz de dar cuenta de la conflictividad que suponen las prácticas profesionales. La propuesta didáctica pone de relevancia el ejercicio de la deliberación y el análisis de los problemas y conflictos éticos que plantea la posibilidad de acceso universal a una alimentación saludable, sin descuidar el derecho a la diversidad y el respeto a la pluralidad de los diferentes grupos humanos. La reflexión crítica sobre la temática desarrollada y el proceso de discusión y deliberación, fueron llevados a cabo en encuentros desarrollados bajo la metodología de taller y un Seminario a cargo de especialistas invitadas.

2. Uso de TIC en el fortalecimiento de la enseñanza de la enfermedad de Chagas. Tipo B

Resumen: En la necesidad de integrar herramientas didácticas que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje se incorporó el uso de las TIC's para fortalecer la enseñanza de la "Enfermedad de Chagas". El uso de TIC's para fortalecer la enseñanza de la Enfermedad de Chagas mostró satisfacción de los alumnos. La renovación pedagógica implementada como como herramienta didáctica posibilitó el fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Enfermedad de Chagas, contribuyendo a la generación de un espacio de reflexión y construcción colectiva buscando promover un posterior accionar profesional creativo en torno a esta problemática.

3. Guía didáctica para la investigación en terapia ocupacional. Tipo C

Resumen: Elaborar una Guía Didáctica de Investigación en T.O. que facilite a los alumnos que realizan la materia Investigación en T.O. el proceso de construcción de sus propios proyectos de

investigación. La guía se estructura como material pedagógico innovador y parte de revisiones y selecciones de material clave que guíe en la elaboración de los proyectos de investigación, incorporando textos, conectándolos con enlaces, ilustrando y ejemplificando aspectos centrales

4. Estrategias innovadoras en la enseñanza de estadística mediante la articulación. Tipo B
Resumen: El objetivo es promover la comprensión por parte de los estudiantes de los diferentes conceptos de Estadística y apreciar su papel, particularmente en el campo de la Salud. Para favorecer la articulación entre las asignaturas (en primero y en tercero), se propone la realización de un informe para cada una de ellas, realizado por los alumnos, utilizando una base de datos, obtenida o armada por ellos y supervisada por los docentes, que se analizará con los contenidos teórico-prácticos desarrollados y software sugerido. Así, se reforzará la conexión entre ambos espacios curriculares y la asimilación por parte de los alumnos de los contenidos de cada programa, asegurando la articulación vertical de las asignaturas mencionadas y la horizontal con otras asignaturas de la carrera. En relación al uso de programas estadísticos, se incorpora un programa versátil y gratis en su versión estudiantil.

5. Del aula al campo en la formación de investigadores críticos. Tipo B
Resumen: El objetivo es promover el pensamiento crítico y la capacidad de análisis desde la formación y la práctica académica en territorio. La complementación entre la teoría, la ejercitación práctica y la aplicación en cada proyecto se plantea para cada una de las entregas y encuentros con los grupos. En relación al uso de programas estadísticos, el empleo de computadoras portátiles fue un desafío, así como la comunicación por medios virtuales, para facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje.

6. Modelos matemáticos: innovación curricular y nuevos desafíos. Tipo B
Resumen: Se pretende motivar al estudiante en el estudio de las ecuaciones diferenciales, evidenciando en forma explícita la importancia y la utilidad de los modelos matemáticos en su formación académica. Se plantean dos objetivos: a) potenciar en los estudiantes, la habilidad para el análisis y la síntesis en diferentes estrategias para la resolución de problemas, permitiendo que el contenido sea más significativo para los alumnos; y b) proponer un nuevo sistema de seguimiento continuado del aprendizaje, basado en actividades que el alumno realiza, cuyas devoluciones sean realizadas al grupo tanto de docentes como a sus pares, a través de *seminarios* para exponer sus producciones.

7. ¿Cómo aprender fisiología y no aburrirse en el intento?. Tipo B
Resumen: Se propone dinamizar las clases mediante un abordaje interactivo, integrador, inductivo y atractivo; recurriendo a dos modificaciones innovadoras en las clases teóricas: a) La implementación del sistema de instrucción entre pares (peer instruction); b) La utilización de un software que funciona como simulador de laboratorio. Se pretende con estas innovaciones que el acceso al conocimiento se realice desde un abordaje participativo y colaborador.

Casi la totalidad de los proyectos de innovación presentados son de tipo B y apuntan a la *renovación metodológica:* plantean la implementación de metodologías activas, con vistas a mejorar la calidad docente. Algunos proyectos platean estrategias metodológicas que incorporan la narrativa cinematográfica para la deliberación y reflexión crítica, otras implementan nuevos modelos (sistema de instrucción entre pares o peer instruction), otros proponen un nuevo sistema de seguimiento continuado del aprendizaje y la modalidad de *seminarios* para exponer sus producciones. Tres proyectos incorporan tecnologías que les plantean un desafío interesante a los estudiantes, en término de competencias y capacidades importantes para su área (capacidad de análisis y resolución de problemas, capacidad de organización del trabajo, capacidad de trabajo en equipo o dirección de grupos, etc.). Se encontró un solo proyecto de tipo C, que se encamina al *desarrollo de materiales, recursos y apoyos a la docencia*. Su objetivo es la elaboración de

materiales y recursos que redunden en una mejora de los procesos de aprendizaje. Se propone una Guía Didáctica de Investigación en Terapia Ocupacional, que se estructura como material pedagógico innovador.

Discusiones y resultados preliminares

De los proyectos estudiados se discuten algunos nudos significativos de problemáticas, en tensión con el marco teórico y los resultados obtenidos de los informes presentados, las primeras entrevistas a los y las docentes participantes, y la observación directa de los proyectos. El éxito o fracaso de las innovaciones educativas está en relación a cómo los diferentes actores educativos interpretan, redefinen, filtran y dan forma a los cambios propuestos, en función de las formas de pensar y actuar de los docentes, y de sus concepciones acerca de diferentes dimensiones de lo educativo. Como señalamos en el marco teórico, la innovación siempre adquiere una significación en función de la perspectiva teórico-valorativa en la que se inscribe, lo cual pudimos constatar en el posicionamiento de los actores involucrados en el desarrollo de los PIC.

Otra idea clave del marco teórico es que las innovaciones educativas se vinculan con cambios y rupturas en las reglas de las prácticas educativas y deben afectar algunos supuestos básicos subyacentes. Las innovaciones en el campo didáctico curricular en general están asociadas a prácticas de enseñanza que alteren, de alguna manera el sistema de relaciones del modelo tradicional. Rescatamos las voces de los docentes participantes, que apuntaron a una valoración altamente significativa de los proyectos de innovación curricular, por su impacto en la modificación de las propuestas didácticas como en el mejoramiento de los aprendizajes. Respecto al impacto en las prácticas los docentes expresan: *"La renovación pedagógica implementada como herramienta didáctica posibilitó el fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje , contribuyendo a la generación de un espacio de reflexión y construcción colectiva buscando promover un posterior accionar profesional creativo en torno a esta problemática."* En relación a la *transformación de los aprendizajes y de los procesos de pensamiento involucrados*, señalan diferentes docentes: *"El proyecto desarrollado permitió disparar preguntas en los alumnos que los ayude a aproximarse a un pensamiento crítico propio de un investigador.", "el acceso al conocimiento se hace desde un abordaje participativo y colaborador.", "Permitió integrar conocimientos, y facilitó su aprendizaje.", "Esta experiencia ha permitido observar un cambio respecto a la disposición hacia la matemática, los modelos y su comprensión y el trabajo simultáneamente con software hace visible inmediatamente la dinámica del análisis del problema: su solución, los cambios ante las condiciones iniciales, sobre los parámetros. Los alumnos asumieron el compromiso, prepararon su presentación, se organizaron con los tiempos, usaron tecnología, para la exposición*." Sobre la ruptura en los modelos de evaluación se afirma: *"La evaluación final fue una instancia más de aprendizaje colaborativo, donde cada estudiante aportó y construyó a través de una mirada crítica de los proyectos."*

Otra idea clave del marco teórico señala que la innovación debe vincularse retroalimentarse fuertemente con los procesos de investigación de esas prácticas, para dar cuenta de las modificaciones y mejoras que se producen efectivamente en ellos. *"Una innovación que es puesta en marcha necesita probarse, mejorarse, reconducirse, para traspasar el ciclo formativo e influir en cada uno en forma individual tanto como grupal."* Se señala como principal impacto de los PIC a su contribución al mejoramiento de las prácticas docentes y sus vínculos con la reflexión y la investigación: *"Como primera experiencia en innovación curricular, nos abrió las puertas a repensar las prácticas docentes y las metas educativas a trabajar en los próximos años.", "Una innovación que es puesta en marcha necesita probarse, mejorarse, reconducirse, para traspasar el ciclo formativo e influir en cada uno en forma individual tanto como grupal.", "Estamos convencidos como docentes-investigadores que experiencias como éstas permiten además la democratización del conocimiento..."*. Y otro docente afirma: *"Reflexionamos y debatimos sobre*

*nuestras prácticas docentes: el aula es un ecosistema de intercambios y anhelos entre los participantes, que ha de vivirse como un escenario de auténtico aprendizaje en colaboración, empatía y apertura, valorando positivamente las múltiples vivencias y creando las mejores percepciones. "*El cuarto supuesto de nuestro marco teórico señala que las innovaciones educativas tienen que afectar las instituciones educativas y comprometer al trabajo en equipo de los docentes, como señalan algunos docentes: "contribuir *a la generación de un espacio de reflexión y construcción colectiva."*

Se puede afirmar que los procesos de diseño, implementación y evaluación de las innovaciones pedagógicas pueden constituirse en ámbitos favorecedores de la reflexión, la formación y el desarrollo profesional de los docentes universitarios, para el mejoramiento del aprendizaje de alumnos. El impulso institucional ha sido clave en estos procesos innovadores.

Bibliografía

Barraza Macías, A. (2013). *¿Cómo elaborar proyectos de innovación educativa?* Durango: Universidad Pedagógica de Durango.

Blanchard, M. y Muzás, M. (2007). *Propuestas metodológicas para profesores reflexivos.* Madrid: Narcea, 2ª edición.

Libedinsky, M. (2001) *La innovación en la enseñanza*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Litwin, E. (2008) *El oficio de enseñar*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Lucarelli, E. (2009). *Teoría y práctica en la universidad. La innovación en las aulas*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

Lucarelli, Elisa (2004) *Prácticas Innovadoras en la Formación del Docente Universitario*. Educação [en linea], XXVII (setembro-dezembro) : [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84805410> ISSN 0101-465X

Macchiarola, V. (2012) *Rupturas en el hacer y el pensar. Políticas y prácticas de innovación en la universidad.* Río Cuarto: UNIRío.

Macchiarola, Viviana, Martini, Celina, Montebelli, Eugenia y Pizzolitto, Ana (2012) *El aprendizaje institucional en una universidad que innova*, en Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653 nº 58/4 – 15/04/12 (OEI-CAEU).

Vargas, Mónica (comp.) (2013) *El desafío de las prácticas pedagógicas innovadoras en la Universidad Nacional del Nordeste*. Corrientes: EUDENE.

Zabalza, M. A., & Beraza, M. Á. Z. (2002). *La enseñanza universitaria: el escenario y sus protagonistas.* Madrid: Narcea.

La metodología indagatoria para la enseñanza de las ciencias en educación infantil. Proyecto "Bodega San Felices"

Nerea Etura Tobalina y Susana González Mateo

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Burgos

sgmateo@ubu.es

Resumen:

En la enseñanza de las ciencias mediante la metodología indagatoria guiada en educación infantil se debe hablar y pensar sobre los fenómenos naturales del entorno que rodea a los niños. Partir de sus vivencias, de sus ideas o experiencias previas y a través de la manipulación, experimentación y reflexión, favorece la construcción de conocimientos y el desarrollo de destrezas y actitudes científicas. Para ello se ha diseñado e implementado un proyecto que pretende un aprendizaje significativo de las ciencias siguiendo una metodología didáctica de indagación guiada en tercero de educación infantil. Los resultados observados muestran como esta metodología promueve en los niños la autonomía y el trabajo cooperativo, creando un clima de respeto de sus ideas, y opiniones. Los niños han realizado las actividades con gran motivación y entusiasmo participando activamente durante todo el proyecto.

Palabras clave: Metodología indagatoria; educación infantil; aprendizaje significativo; ideas previas.

Marco teórico

Muchos autores señalan cómo los niños de educación infantil presentan cualidades innatas para el aprendizaje de las ciencias por ejemplo, observan curiosos el mundo que los rodea, se plantean preguntas que tratan de resolver en base a sus experiencias cercanas (De la Blanca, Hidalgo y Burgos 2013).

Ausubel (1976) señala que "el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe". Tonucci (1996) añadía la gran riqueza en las interpretaciones que dan los niños del mundo y la necesidad de ayudarles a que puedan expresarlas con palabras, porque "en cada idea que un niño elabore se esconde una idea científica". Cañal, Criado, y García-Carmona (2014) indican que no se debe decir a los niños que sus ideas o concepciones son erróneas sino más bien imprecisas, incompletas, para permitir que evolucionen hacia el conocimiento científico deseable.

El constructivismo como estrategia didáctica se basa en esa premisa, por lo tanto es importante partir de los conocimientos o interpretaciones previas de los alumnos para llegar a conseguir a través de la observación, experimentación y reflexión, aprendizajes significativos (Caravaca, 2010). También como señalan Eshach y Fried (2005) y De la Blanca, Hidalgo y Burgos (2013) el desarrollo de destrezas como la creatividad, iniciativa, el aprendizaje cooperativo, la búsqueda de alternativas, etc.

La metodología indagatoria permite acercar a los niños la ciencia a través de estos principios utilizando su entorno, curiosidad y ansias por descubrir (Dewey, 1910). Kaufman y Serulnicoff (2000) señalan que "hacer ciencias en infantil se presenta como sinónimo de indagar el ambiente social y natural". La indagación guiada hace a los niños participes de su propio aprendizaje, siendo el profesor un guía que aporta experiencias significativas (Martin-Hansen, 2002), motivando e incentivando las preguntas, la investigación, los descubrimientos a través del razonamiento y la reflexión (Escobero y Fernández, 2007; Cristóbal y García, 2013).

Metodología

Mediante la observación directa y sistemática, utilizando como recursos de toma de datos, la libreta científica de los niños, y la tabla de registro diseñada, categorizada y organizada en ítems, para el seguimiento de actitudes, procedimientos y conceptos, se analizó cualitativamente, la implementación de un Proyecto Didáctico en un aula con 19 niños de 5 y 6 años. Mediante el mismo se pretende, responder a la pregunta que da origen al proyecto: ¿se puede utilizar la metodología indagatoria guiada en educación infantil para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias? y también, contribuir al desarrollo de destrezas propias de las áreas: de lenguaje, comunicación y representación, conocimiento de sí mismo y del entorno, en tercero de educación infantil, favoreciendo la autonomía personal y el trabajo cooperativo, así como la motivación, respeto, interés y curiosidad.

Secuencia de indagación guiada en el Proyecto "Bodega San Felices"

El proyecto se diseñó siguiendo las fases de la metodología indagatoria de Verdugo y Fabiani (2003). Se pretende que los alumnos mantengan una estrecha relación entre ellos, conozcan mejor el mundo que los rodea, aprendan a observar, investigar, explorar y verbalizar sobre las situaciones que se les plantean, partiendo siempre de sus conocimientos previos y mediante un enfoque constructivista incentivar un aprendizaje significativo. En las sesiones (tabla 1) con una duración aproximada de 50 minutos, los niños trabajaron de forma individual y cooperativa, teniendo en cuenta la diversidad de los alumnos, sus necesidades y ritmo de aprendizaje.

El proyecto "Bodega San Felices" surge para dar respuesta a las inquietudes que presentaron los niños un día en la asamblea mientras se hablaba de fiestas tradicionales, mencionaron la vendi-

Tabla 1. Fases de la indagación y sesiones del proyecto

Focalización (Situación-problema y formulación de hipótesis)	**1ª sesión:** • Asamblea – ideas previas • Buscamos hipótesis • Pequeños investigadores
Exploración- Reflexión	**2ª sesión:** • Hipótesis 1: experimentando la uva sale vino • Hipótesis 2: dentro de un armario se transforma la uva en vino. **3ª sesión:** • Conociendo las levaduras - Nos informamos - Usamos el microscopio • Hipótesis 3: las levaduras fabrican el vino
Reflexión-Aplicación	**4ª sesión:** • Reunión de investigadores • Pósters **5ª sesión:** • Las levaduras en nuestras vidas

mia. A la pregunta "¿en qué consiste esta fiesta?" la gran mayoría de los niños señalaron, que se recogía la uva en el campo para hacer vino. "¿Y de dónde se recoge?" después de unos minutos dialogando entre ellos, respondieron que crecían en unas plantas en el campo, apuntando que había uvas de diferentes colores, blancas o negras. "¿Qué hacen los vendimiadores cuándo han recogido la uva?" la llevan en cestas, en camiones, a un sito grande para sacar el vino. "Entonces ¿qué sale de la uva?" algunos respondieron vino y otros respondieron mosto. "¿Cómo se transforma en vino?" sus respuestas fueron: unos señores pisan las uvas con los pies, sale el vino; se exprime la uva y se hace vino; el líquido que sale, lo vendes y se convierte en vino; metiendo el mosto en un armario se convierte en vino, es que es magia.

Tras obtener y analizar sus respuestas decidimos desarrollar un proyecto basado en indagación guiada que permitiera introducir a los niños el concepto de levadura como responsable del cambio o transformación del mosto en vino. Utilizamos como hipótesis de trabajo, algunas de sus respuestas anteriores y estructuramos las sesiones, siguiendo las fases de la metodología indagatoria guiada.

En la fase de Focalización (primera sesión), se planteó a los niños la situación problema. La bodega San Felices se había puesto en contacto para pedirnos ayuda, habían perdido los documentos que decían cómo hacer vino. No sabían que sale de la uva, y desconocían cómo se transforma en vino. Nosotros íbamos a ser un grupo de investigadores que trataríamos de dar respuesta a esas preguntas. Se entregó a cada niño una pegatina con el nombre de su equipo de investigación (utilizando el nombre de variedades de uva: moscatel, uvina, negra corriente y albilla) y su libreta de investigador personal. A continuación se explicaron las diferentes zonas del aula, cada una de ellas se identificaron con las fases del proceso indagatorio. En el laboratorio (fase de exploración) cada grupo fue contrastando experimentalmente las diferentes hipótesis, anotando los resultados en su libreta de investigador para posteriormente trasladarse a la zona denominada despacho (con el nombre de cada grupo) y confrontar de manera cooperativa sus ideas de partida con los resultados obtenidos.

Las fases de Exploración y Reflexión realizadas en las dos sesiones siguientes, permitieron a los niños experimentar las diferentes hipótesis planteadas y reflexionar sobre los resultados obtenidos. Comenzaron con la primera hipótesis, "exprimiendo la uva sale vino", para dar respuesta a la primera pregunta "¿qué sale de la uva?". Tras estrujar bien las uvas en la zona del laboratorio, compararon su líquido con un vaso de vino que la profesora mostraba, y después se trasladaron a la zona despacho para anotar en sus libretas de investigación los resultados obtenidos. Seguidamente analizaron la segunda hipótesis, "metiendo el mosto en un armario se hace vino", para ello cada grupo fue a su laboratorio, depositaron mosto en su vaso de muestra, anotaron el nombre de su grupo de investigación y los colocaron en un armario, y los dos días siguientes anotaron en sus libretas si se producía la transformación de su mosto en vino.

Figura 1. Hipótesis experimentadas (izquierda-derecha): hipótesis 1, hipótesis 2, hipótesis 3

La tercera sesión se inició con la presentación de las levaduras, proporcionando a cada grupo un poco de levadura fresca. Cuándo se preguntó sobre lo que pensaban que era, sus respuestas fueron: polvo de no limpiar, arena, migas de pan. Se indicó que era uno ser vivo muy muy pequeño, al que le gustaba mucho el azúcar y para poder verlo, se necesitaba un aparato especial, el microscopio. Seguidamente prepararon las muestras y observaron lo que denominaron muchos puntitos azules. Luego en la zona de laboratorio indagaron sobre la tercera hipótesis "las levaduras fabrican el vino", añadiendo levaduras al mosto, lo removieron y después de reposar, apuntaron en la zona despachos los resultados obtenidos. En días sucesivos realizaron el seguimiento de las hipótesis 2 y 3 anotando si se producía o no cambio en los mostos.

En la fase de aplicación (cuarta y quinta sesión) cada grupo elaboró un informe final o memoria del proyecto consistente, en la recopilación de todos los resultados obtenidos, tablas de registro, fichas realizadas, dibujos; poniéndolos en común en la asamblea. Posteriormente entre todos, confeccionaron un póster para informar a la Bodega San Felices sobre los hallazgos encontrados y así, pudieran aplicarlos en su bodega. Como agradecimiento a la gran labor realizada la bodega, otorgó a todos los investigadores un diploma acreditativo de su trabajo investigador. A continuación se preguntó a los niños, si se podría utilizar las levaduras para fabricar otras cosas. Para afianzar los nuevos conocimientos es necesario plantear en esta fase otras cuestiones que permitan a los niños utilizar ese nuevo conocimiento en su entorno cotidiano.

Resultados

Considerando los instrumentos mencionados anteriormente, libreta científica, tabla de registro, observación directa y sistemática, hemos llegado a obtener las siguientes evidencias. Durante la asamblea inicial, observamos que la mayoría de las respuestas de los niños sobre la vendimia, estaban relacionadas con la recogida, transporte y venta del producto ya fabricado, pero dudaban y cambiaban de respuesta rápidamente cuando trataban de responder a la pregunta "¿qué sale de la uva?", "¿cómo se transforma en vino?". Acordaron que daría igual aplastar las uvas con las manos o con los pies, que con las manos era menos sucio y sabrían lo que sale de la uva, así seleccionaron la primera hipótesis. Después comentaron que cómo algunos pensaban que salía mosto, pues meterlo en un armario y ver si se transformaba en vino, que ellos no tenían botellas en clase, pero si armarios, así acordaron la segunda hipótesis descartando la otras.

Una vez experimentaron aplastando las uvas y comparando su líquido con el vaso de vino, señalaron con sorpresa al poner en común los resultados en la zona despacho, que el color no era igual, el suyo además tenía trocitos y el vaso de vino no, y que no olía igual, el vino tenía un olor muy fuerte, concluyeron que no se parecía en nada y que de la uva salía era mosto, y no vino.

Durante los dos días de seguimiento del mosto colocado en el armario, antes de acercarse para comprobar si había cambios, se observó una gran autonomía de los niños, todos se colocaron con su grupo y cogieron su libreta investigadora sin necesidad de que se lo indicaran. Comentaron entre ellos lo emocionados que estaban por ver si el mosto se había convertido en vino, pero su sorpresa fue no solo que no se había convertido en vino, sino que había atraído a unas pequeñas hormigas. Esto debía ser como señalaron y anotaron en su libreta, porque eran golosas y les gustaba el mosto ya que era muy dulce.

Los niños durante el proceso de preparación de muestras y observación de las levaduras al microscopio se mostraron respetuosos con el material y trabajaron de forma ordenada. Entusiasmados señalaron, que no habían visto nunca seres vivos tan pequeños y que además, fueran capaces de cambiar el mosto de color, olor, y formar burbujas. Compararon los resultados obtenidos, y anotaron que habían comprobado que aunque no habían finalizado el proceso de obtención de vino, las levaduras eran las implicadas en su elaboración.

Por último en la fase de aplicación, los niños mostraron una gran autonomía, y trabajaron de forma cooperativa, respetando tanto los turnos de palabra, como las diferentes opiniones a la hora de elaborar el informe final y el póster. También expresaron algunas ideas para utilizar levaduras y fabricar vino a partir de zumos de otras frutas dulces, como fresa o plátano y con la ayuda e información de sus familias, anotaron otros usos, como hacer bizcochos, pan, masa de pizza, galletas.

Conclusiones

El proyecto "Bodega San Felices" diseñado e implementado en el aula utilizando una metodología de indagación guiada, ha permitido a los niños desarrollar algunas habilidades como la utilización del lenguaje durante la fase de reflexión, al contrastar las hipótesis y al anotar en su libreta los resultados que obtenían. También ha fomentado tanto la autonomía personal en las diferentes actividades, como la colaboración grupal en la experimentación y en la elaboración del informe final. Así mismo ha favorecido la creatividad con en el diseño del póster o con los esquemas y anotaciones que representaron en su libreta de investigadores. Durante las sesiones los niños estuvieron muy motivados a la vez que expectantes por descubrir en cada momento lo que pasaba, siendo los responsables de su propio aprendizaje en un ambiente de respeto y cooperación.

En numerosas ocasiones la ciencia en educación infantil queda relegada a un segundo plano, a experimentos puntuales, a los denominados trucos de magia, posiblemente por falta de tiempo o debido a las dificultades propias de la terminología científica o de los materiales para experimentar. Es necesario fomentar en los maestros el uso de una metodología indagatoria guiada ya que permite a los niños acercarse a la ciencia con un papel protagonista, descubriendo, experimentando y reflexionando, partiendo de sus ideas sobre el mundo que los rodea para incentivar aprendizajes más significativos desde edades tempranas.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D.P. (1976). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. (Ed.), *Trillas* México. (Ed. Orig.: 1968, Educational Psychology: A cognitive view. Holt Rinehaert & Winston, N.Y.).

Cañal, P., Criado, A.M. y García-Carmona, A. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las ciencias*, *32*(2), 131-149.

Caravaca, I. (2010). Conocimiento del entorno: Acercamiento infantil al saber científico. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas,* ISSN 1988-6047.

Cristóbal, C. y García, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia,* 3 (5), 99-104.

De la Blanca, S., Hidalgo, J. y Burgos, C. (2013). Escuela Infantil y Ciencia: La indagación científica para entender la realidad circundante. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, 979-983. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/295136/383783.

Dewey, J. (1910). How we think. In J. A. Boydston (Ed.), John Dewey: The middle works. Carbondale: Southern Illinois UniversityPress.

Escobero, J.M. y Fernández, V.J. (2007). El uso del laboratorio en los colegios de infantil y primaria. La ciencia en las primeras etapas de la educación. Comunicación llevada a cabo en el IV Congreso Nacional. Madrid. España.

Eshach, H., Fried, M.N. (2005). Should Science be taught in early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, *14*(3), 315-336. Recuperado de: https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-005-7198-9

Kaufmann, V. y Serulnicoff, A. (2000). Conocer el ambiente. Una propuesta para las ciencias sociales y naturales en el nivel inicial (Cap. 1) En Malajovich, A. (comp.) *Recorridos didácticos en la educación inicial.* Buenos Aires. Paidós.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry, *The Science Teacher*, *69*(2), 34-37, 2002.

Tonucci, F. (1996). El niño y la ciencia. Buenos Aires: Troquel.

Verdugo Fabiani, H. (2003). Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación. Recuperado de https://fisipedia.files.wordpress.com/2012/09/que-es-ecbi.pdf

Análisis de las percepciones de futuros maestros de primaria sobre la importancia de la argumentación antes y después de una experiencia formativa desde la didáctica de las ciencias

Juan José Vicente Martorell, Natalia Jiménez-Tenorio y Lourdes Aragón

Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Cádiz

juanjose.vicente@uca.es

Resumen:

En este trabajo se exploran las percepciones que mantienen los futuros maestros de primaria sobre argumentación, antes y después de una propuesta didáctica dirigida a contribuir al desarrollo de la competencia de argumentación. Se utilizó como instrumento de exploración un cuestionario elaborado por los autores de este trabajo que combina preguntas tipo Likert con una escala de 5 niveles y preguntas abiertas de opinión. Los resultados muestran una cierta evolución en las percepciones de los alumnos dando un mayor reconocimiento de la trascendencia de la argumentación en la vida diaria y en la construcción de la ciencia.

Palabras clave: Argumentación; estrategia didáctica, concepciones; formación inicial de profesorado .

Planteamiento del problema

Hoy en día el discurso en clase sigue dominado principalmente por los profesores. Existe un escaso hábito de realizar discusiones reflexivas sobre temas científicos. Se sabe que una parte de la construcción del conocimiento depende de factores sociales, sin embargo, no se les ofrece al alumnado. Por ello pensamos que desde la formación inicial del profesorado se debería crear situaciones en donde los estudiantes, futuros maestros, puedan expresar sus puntos de vista y defender sus opiniones sobre alguna temática y, de esta manera, poder desarrollar sus niveles de argumentación durante su formación en el Grado. En este trabajo se analizan las opiniones del alumnado, profundizando sobre sus concepciones acerca de la importancia y estructura de la argumentación en ciencia.

Marco teórico

El lenguaje no solo es fundamental para la comunicación a través de la enseñanza y en el proceso de aprendizaje, sino además juega un papel relevante en la construcción del conocimiento científico (Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015). Comprender la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva discursiva permite, por un lado, abordar las recomendaciones de los informes PISA que incluyen la evaluación de las competencias relacionadas con la utilización de pruebas científicas para elaborar y comunicar conclusiones y para identificar los supuestos, pruebas y razonamientos que las sustentan (OCDE, 2006). Por otro, conseguir la alfabetización científica de

la población que requiere que analice diferentes argumentos y tome decisiones sobre temas controvertidos que tienen lugar en la sociedad actual. La adquisición de capacidades argumentativas es aún más necesaria en el caso de maestros en formación, responsables del desarrollo de esas mismas capacidades de los futuros ciudadanos.

En esta línea, la enseñanza en general y de las ciencias en particular, debe dirigirse hacia el diseño de contextos de argumentación y hacia el planteamiento de escenarios dialógicos. Investigaciones demuestran que la práctica constante de la argumentación puede ayudar al alumnado a entender mejor la ciencia y sus conceptos (Driver y Osborne, 1999). Es por ello que la educación en ciencia se está preocupando no solo de los conocimientos científicos, sino también de los procesos de razonamiento crítico y la estructura de los argumentos (Márquez, Márquez y Romero, 2012).

Sin embargo, esto no está en consonancia con los estudios llevados a cabo por diferentes investigadores sobre la materia (Sardà y Sanmartí, 2000; Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003) y la formación teórica y práctica de los profesores respecto de la argumentación (Plantín, 2004). Los docentes no conciben las prácticas argumentativas de la misma forma que los estudiantes, en este caso futuros maestros. Es por ello que la formación inicial del profesorado es una etapa importante ya que, dicha formación influirá en las concepciones que éstos tengan sobre la argumentación y, por tanto, en las actividades e importancia que ellos dedicarán a esta práctica en su futuro (Archila, 2014). En consecuencia, habría que promover las prácticas argumentativas en las aulas universitarias, de manera que sería esperable, como expresa Campaner y De Longhi (2007), una construcción en la habilidad y práctica argumentativa con fundamento conceptual y capacidad de considerar y evaluar la importancia de los datos y de las evidencias para emitir juicios razonados y tomar decisiones acordes a ello.

En este contexto, un grupo de tres docentes del área de didáctica de ciencias experimentales nos propusimos desarrollar una enseñanza basada en la argumentación que permitiera mejorar la calidad de las producciones argumentativas del alumnado. En este trabajo evaluamos la progresión de las opiniones de los alumnos ante la importancia del discurso en dos momentos diferentes, antes y después de desarrollar una propuesta didáctica basada en la argumentación. Concretamente se pretende abarcar tres aspectos: a) Conocer las experiencias argumentativas de los alumnos durante el Grado; b) Caracterizar qué entienden por argumentar, y c) Valorar el progreso de sus concepciones sobre la argumentación tras recibir una intervención didáctica diseñada para desarrollar dicha competencia.

Escenario formativo

El presente estudio se enmarca en un proyecto de innovación y mejora docente desarrollado en el curso 2017-2018 en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I del 3º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. Como principal objetivo se pretende desarrollar la argumentación de los estudiantes utilizando actividades que implican comunicar, reflexionar, relacionar datos y conclusiones, y evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes. Existe una correlación entre la estructura del proyecto y los bloques que configuran la asignatura. De este modo, se trabaja la argumentación desde distintos contextos: 1) el empleo de controversias sociocientíficas para promover la argumentación y contribuir a formar ciudadanos que participen en una sociedad democrática, prepararlos para tomar decisiones de carácter científico-tecnológicos; 2) planteamiento de hipótesis, construcción del conocimiento y transmisión de las conclusiones obtenidas en una secuencia didáctica basada en la modelización sobre el sistema Sol-Tierra y 3) la presentación y defensa de los principales resultados obtenidos en un proceso de indagación sobre un tema de interés científico relacionado con el curriculum de primaria.

Diseño de la investigación

El objetivo de este trabajo es analizar las percepciones que presentan los estudiantes sobre la argumentación científica antes y después de la experiencia formativa desarrollada en la asignatura. En este estudio han participado un total de 111 estudiantes en el pretest, y de 145 en el postest. Estos estudiantes corresponden a los tres grupos-clases que conforman el 3º curso del Grado en Educación Primaria.

Como instrumento para explorar las percepciones se ha utilizado un cuestionario elaborado *ad hoc* por dos de los autores de este trabajo y estructurado de la siguiente forma: una primera parte constituido por 4 preguntas de tipo Likert con una escala de 5 niveles en las que los alumnos indican el grado de importancia, o su valoración de frecuencia de nunca a muy frecuentemente. Y una segunda parte, compuestas por 5 preguntas abiertas en las que los alumnos pueden explicar sus opiniones (Anexo 1).

Resultados y discusión

A continuación, se exponen los resultados más relevantes del pretest y postest.

Uso correcto del discurso escrito y discurso oral durante el Grado (P1 y P2)

El 55,2% de los estudiantes indica que durante la titulación se le da mucha importancia al uso correcto del discurso escrito, y el 21,4% incluso lo considera imprescindible. Por otro, cuando se les pregunta sobre la importancia del discurso oral, el 43,4% opina que se le da importancia a este tipo de discurso, un 32,4% cree que es moderado, y solo un 9,0% cree que es muy importante.

Evaluación e información de la mejor manera de expresarse por parte del profesorado del Grado al alumnado (P3 y P4)

Casi la mitad de los participantes encuestados (45,5%), indican que muy frecuentemente han recibido correcciones por parte del profesorado en el discurso oral y escrito. Sin embargo, el 43,4% considera que raramente han sido informados sobre la mejor forma de expresarse de manera científica.

La importancia de argumentar para la vida diaria (P5)

Las respuestas ofrecidas por los alumnos sobre la importancia de argumentar para la vida diaria difieren antes y después de realizar la experiencia de aprendizaje. En el prestest, el 40,6% percibe que argumentar es útil para exponer ideas, causas, consecuencias y puntos de vistas. Asimismo, predomina la idea de que argumentar conlleva fundamentar de manera veraz, creíble y contrastada los fenómenos que nos acontecen (20,3%). En el postest, sin embargo, las respuestas más frecuentes mencionan la utilidad de argumentar para poder expresarnos correctamente y hacer entender lo que queremos decir en una conversación (31,3%). Con un porcentaje muy similar, los alumnos indican la necesidad de argumentar para la comunicación en la sociedad y en nuestra vida diaria sobre aspectos generales (27,8%).

La importancia de argumentar en la ciencia (P6)

El 48% del alumnado considera argumentar en la ciencia como un aspecto imprescindible, y el 24% lo valoran como muy importante. Sin embargo, el 27% de los estudiantes no valoran esta pregunta. Estos resultados difieren de los obtenidos en el postest, así, el 77% de los alumnos perciben la argumentación en ciencias como una cuestión importante, y solo el 14% lo valora como imprescindible. No obstante, el porcentaje de respuestas a esta pregunta aumenta con respecto a la obtenida en el pretest, y es contestada por el 99% de los estudiantes. Las razones que aportan para justificar su elección son diversas. En el pretest, un 32,1% de las respuestas

relacionan la argumentación en las ciencias para demostrar o respaldar las teorías, el 22,1% relaciona argumentar con la necesidad de fundamentar, dar veracidad, credibilidad y contrastar y el 20%, para exponer ideas, causas, consecuencias y puntos de vista. En el postest, sin embargo, casi la mitad de las respuestas ofrecidas por el alumnado (47,6%), relacionan la argumentación en ciencias con demostrar los hechos como la base de las ciencias. En segundo lugar, el 25,5% de las respuestas indican que argumentar en ciencia sirve para explicar los fenómenos científicos y justificarlos dando veracidad.

Finalidad de un discurso expositivo (P7)

Los estudiantes inicialmente ofrecen respuestas similares a las dadas en las preguntas anteriores (P5 y P6). Concretamente, en el 68,9% de las ideas ofrecidas por el alumnado, se considera como principal finalidad de un discurso expositivo exponer ideas, causas, consecuencias y puntos de vista, y en un 16,3% se especifican otras razones como dar coherencia, orden, claridad y fluidez a la conversación. En el postest se observan tres razones distintas: explicar ideas es la principal finalidad del discurso expositivo (45,5%), transmitir información o ideas a otras personas y que lo entiendan (41,4%) y dar a conocer tu postura y convencer de ella (10,3%).

Creencias sobre la correcta argumentación (P8)

En el pretest se ofrecieron respuestas muy diversas sobre la correcta argumentación. El 45,6% de las respuestas hicieron referencia a ciertas características como coherencia, orden, claridad y fluidez. El 25,4%, aluden nuevamente a la importancia de que una argumentación debe estar fundamentada, ser creíble, veraz y contrastada. Y el 15,4% se relacionan más con la finalidad que con los elementos que debe contener una argumentación, y se incide nuevamente en la necesidad de exponer ideas, causas, consecuencias y puntos de vista. En el postest, sin embargo, el 66% de las respuestas indican que una correcta argumentación debe ser razonable, coherente y justificada y en menor medida, con un 38%, clara, explicita y precisa. Las respuestas menos frecuentes indican que una argumentación debe estar contrastada y utilizar un lenguaje correcto con un 13,1% y 9,7%, respectivamente.

Requisitos que debe cumplir una argumentación (P9)

En el pretest los estudiantes dieron respuestas muy distintas y ninguna predominantes sobre los requisitos que debe cumplir una argumentación. Los alumnos consideran que una argumentación debe mantener una coherencia, cierto orden, claridad y fluidez (25,9%), además debe estar fundamentada, ser veraz y contrastada (22,3%). En el postest, se observaron dos respuestas con porcentajes muy similares: el 35,9% de las razones dadas indican que una argumentación debe presentar ideas justificadas, argumentadas, y comprobables y el 34,5%, que debe contener una explicación clara y coherente. Sin embargo, esta pregunta no fue valorada por el 15,2% del alumnado o bien dieron la misma respuesta que en la pregunta 8.

Conclusiones

Este estudio revela la percepción que tienen futuros maestros de primaria, sobre la gran importancia que se le da en su formación universitaria al uso correcto del discurso escrito y oral, aunque consideran que ésta es mayor en el discurso escrito. Se observa además, una cierta progresión en las percepciones iniciales del alumnado sobre la argumentación tras la propuesta didáctica, reconociendo la trascendencia de la argumentación en la toma de decisiones de interés para la sociedad y en la construcción de la ciencia. Sin embargo, las concepciones que mantienen los alumnos sobre cómo argumentar no han sufrido grandes variaciones siendo considerados los aspectos formales del lenguaje, como orden y claridad, más importantes que los aspectos estructurales referidos a los elementos necesarios de una argumentación, como los datos o pruebas, justificaciones y conclusiones. A partir de estos resultados podemos concluir

que la experiencia formativa ha servido para que los alumnos reconozcan la importancia de la argumentación en la vida y en la ciencia. Sin embargo, es necesario seguir trabajando en este camino, diseñando y realizando actividades discursivas que permitan profundizar en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes en el reconocimiento y empleo correcto de los elementos necesarios de una argumentación.

Referencias bibliográficas

Archila, P.A. 2014. La argumentación de profesores de Química en formación inicial (Práctica Profesional Docente II): un estudio de caso en Colombia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 705-706.

Campaner, G. y De Longhi, A.L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 6(2), 442-456.

Driver, R. y Osborne, J. 1999. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas*. Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 359-370.

Márquez, M.N., Márquez, J.R., y Romero, O. 2012. Argumentación en el aula de ciencias. El modelo de Toulmin. En: *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 1157-1164.

OCDE (2006) PISA 2006. *Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana Educación S.L.

Plantín, C. 2004. Pensar el debate. *Revista Signos*, 37(55), 121-129.

Ruiz, F.J., Tamayo, O.E. y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629-646.

Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencia*, 18(3), 405-422.

Anexo

Anexo1. Cuestionario para explorar las percepciones de los alumnos sobre argumentación.

1. ¿Cuál es la importancia que se da durante el Grado al correcto discurso escrito?
   1= Sin importancia
   2= Poco importante
   3= Moderadamente importante
   4= Importante
   5= Muy importante
   Observación:
2. ¿Cuál es la importancia que se da durante el Grado al correcto discurso oral?
   1= Sin importancia
   2= Poco importante
   3= Moderadamente importante
   4= Importante
   5= Muy importante
   Observación:
3. ¿Cuántas veces te han evaluado o corregido un discurso oral o escrito?
   1= Nunca
   2= Raramente
   3= Ocasionalmente
   4= Frecuentemente
   5= Muy frecuentemente
   Observación:
4. ¿Cuántas veces te han informado de la mejora manera de expresarse? ¿Y de manera científica?
   1= Nunca
   2= Raramente
   3= Ocasionalmente
   4= Frecuentemente
   5= Muy frecuentemente
   Observación:
5. ¿Crees que es importante saber argumentar para la vida diaria? ¿Por qué?
6. ¿Piensa que es importante la argumentación en la ciencia? ¿Por qué?
7. ¿Qué pretende conseguir un discurso expositivo?
8. ¿Cómo crees que debe ser una correcta argumentación?
9. ¿Crees que debe cumplir ciertos requisitos? ¿Cuáles?

Caracterización de las visitas escolares en el Zoológico de Córdoba

Carmen Briones Fernández[1], Jerónimo Torres-Porras[1] e Ignacio González López[2]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. [2] Departamento de Educación. Universidad de Córdoba

carmenbrifer@gmail.com

Resumen:

Actualmente uno de los recursos didácticos más frecuentes son las salidas escolares, escogidas por los docentes por ser un recurso con numerosos aspectos positivos y que favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para lograr el máximo aprovechamiento de este recurso, ha quedado demostrado que es necesario una buena planificación de las salidas. Este estudio pretende caracterizar el tipo de visitas escolares que recibe el Zoológico de Córdoba y conocer el grado de preparación de las salidas que realizan los docentes a este espacio. Para alcanzar estos objetivos se ha realizado un cuestionario a 106 docentes que han visitado el Zoológico, escogido como escenario de esta investigación por ser uno de los lugares que más visitan los centros escolares en la ciudad. Los resultados muestran que el mayor porcentaje de visitas se realiza por alumnado de educación infantil, seguido de educación primaria, con procedencias tanto de la capital como de la provincia y que el profesorado realiza actividades antes y después de la visita evaluando los contenidos trabajados. Los zoológicos se muestran por lo tanto como un recurso educativo de primer orden utilizado en las primeras etapas escolares.

Palabras clave: Salidas escolares, didáctica de las Ciencias Naturales, recursos educativos, educación infantil y primaria

Introducción

Existen abundantes recursos educativos utilizados por el profesorado, las salidas fuera del aula son uno de los más comunes, debido a que facilitan el aprendizaje para el alumnado al permitir el contacto directo y el descubrimiento del entorno (García Carranco, 2008).

Las salidas escolares pueden definirse como actividades que se realizan fuera del aula con el propósito de cubrir alguno de los objetivos del currículo educativo (López Fernández et al., 2017). Pero estas no deben quedar en la simple visita a un espacio fuera del contexto escolar; García Carranco (2008) sostiene que estas deben tener una finalidad formativa, ofreciendo al alumnado un contexto que fomente el aprendizaje y en el que se dé la posibilidad de trabajar actitudes, valores y normas; además, deben estar relacionadas con los objetivos y contenidos trabajados en el aula.

Beneficios de las salidas escolares

Las salidas escolares provocan que el alumnado experimente otras vivencias, rompiendo con la monotonía del aula y dando un matiz lúdico al proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que facilita la adquisición de nuevos contenidos (Cuenca, 2011).

Según Villarrasa (2003), las salidas escolares constituyen una estrategia metodológica que favorece un acercamiento sensorial, motivacional y visible de los hechos y caracteres que conforman el contenido real de las diversas materias y conocimientos adquiridos en la escuela. Pero las salidas escolares no sólo permiten la aprehensión de contenidos por parte del alumnado, sino que también permiten sumar nuevos conocimientos e integrarlos a sus esquemas previos a través del contacto directo con la realidad (Medina Quintana et al., 2016) e impulsar el desarrollo de actitudes positivas tanto individuales, como con los demás y con el medio (Pedrinaci, 2012), es decir, que el hecho de salir fuera del aula permite modificar el contexto normal donde se desarrolla la actividad diaria, permitiendo al alumnado aprender a relacionarse en otros contextos diferentes, tomando contacto con el mundo que le rodea.

Fases de las salidas escolares

Como hemos hablado, las actividades desarrolladas fuera del aula están consideradas como experiencias que pueden mejorar el aprendizaje, promover el interés y complementar la instrucción escolar, pero para ello, es imprescindible que el profesorado organice la salida premeditadamente y la prepare de acuerdo a los objetivos que se pretenden conseguir (Pedrinaci, 2012). Así mismo, organizar bien todo el proceso programando actividades tanto durante la salida, como antes y después de ésta, contribuye a aumentar de forma considerable la motivación y la adquisición de conocimientos por parte de los y las estudiantes (Anderson et al., 2000; Davidson et al., 2010; Osborne y Dillon, 2007).

Para lograr el máximo aprovechamiento de las visitas escolares realizadas fuera del aula, las salidas deben estructurarse en las siguientes fases (Anderson et al., 2000; Osborne y Dilon, 2007; Davidson et al., 2010; Morentín Pascual y Guisasola Aranzabal, 2014, Torres-Porras, 2017):

1. **Fase de preparación**. Es importante que el equipo docente resuelva los aspectos técnicos que plantea la visita antes de que esta se lleve a cabo (permisos, horarios, transporte, seguridad, etc.), todo ello sin olvidar la preparación del contenido educativo de la salida. Sería conveniente que el profesorado visitara previamente el lugar donde se va a desarrollar la actividad con el fin de prever los posibles imprevistos que puedan surgir. Al mismo tiempo, es importante que antes de llevar a cabo la actividad fuera del aula se hayan trabajado los contenidos en clase con el alumnado. En esta fase se pueden realizar actividades sobre ideas previas de los contenidos a trabajar y expectativas sobre la visita.
2. **Fase de realización**. Es la fase en la que se desarrolla la salida fuera del aula. Esta fase dependerá del tipo de salida que se vaya a llevar a cabo. Se debe intentar evitar que la salida se convierta simplemente en una clase fuera del aula, intentando que se convierta en una experiencia motivadora para el alumnado y que propicie la interacción con el medio. En esta fase es interesante el uso de instrumentos de recogida de información como el cuaderno de campo, que permitirá a los alumnos y alumnas recoger información que les será útil para la realización de actividades posteriores en el aula.
3. **Fase de reflexión y trabajo en el aula**. Esta fase tiene especial importancia para afianzar los conocimientos adquiridos durante la salida. No debe ser una simple puesta en común, sino que debe albergar una serie de actividades dirigidas a insertar la salida dentro del currículo escolar y afianzar los contenidos aprendidos durante la visita

Metodología

En este trabajo pretendemos caracterizar el tipo de visitantes escolares que recibe el Zoológico de Córdoba y conocer la preparación de las visitas que realizan los y las docentes. Se trata de una investigación no experimental de carácter descriptivo (McMillan y Schumacher, 2005) cuyas

variables a controlar son: sexo y edad de cada docente, nivel educativo del grupo escolar tutorizado por cada docente, número de visitas escolares realizadas por curso académico, preparación de la visita y evaluación de la visita.

La recogida de información se llevó a cabo a través de un cuestionario realizado en colaboración con el Zoológico de Córdoba que incluía preguntas abiertas y preguntas cerradas dicotómicas y politómicas (tipo Likert). El tratamiento estadístico se realizó con el apoyo del programa SPSS (versión 24).

El grupo informante con el que se ha realizado el estudio se compone por 106 docentes que visitaron el Zoológico de Córdoba durante el periodo de toma de datos, que se llevó a cabo entre el 18 de abril de 2017 y el 6 de junio de 2017, por ser estos meses el periodo de más elevada concurrencia en el Zoológico de Córdoba, según datos proporcionados por el personal de esta institución. De los docentes encuestados, un 78,8% eran mujeres, mientras que el 21,2% eran hombres. La media de edad del profesorado era 40,06 años.

Resultados obtenidos

Respecto a la procedencia de los centros escolares que han visitado el Zoológico de Córdoba, encontramos que el 26,6% pertenecían a centros educativos de Córdoba capital, frente al 73,4% de grupos de escolares de otras localidades. En referencia al nivel educativo del grupo de alumnado que realizaba la visita, encontramos que acudieron grupos de todos los niveles comprendidos entre el primer curso del segundo ciclo de Educación Infantil y el segundo curso de la Educación Secundaria Obligatoria (Figura 1).

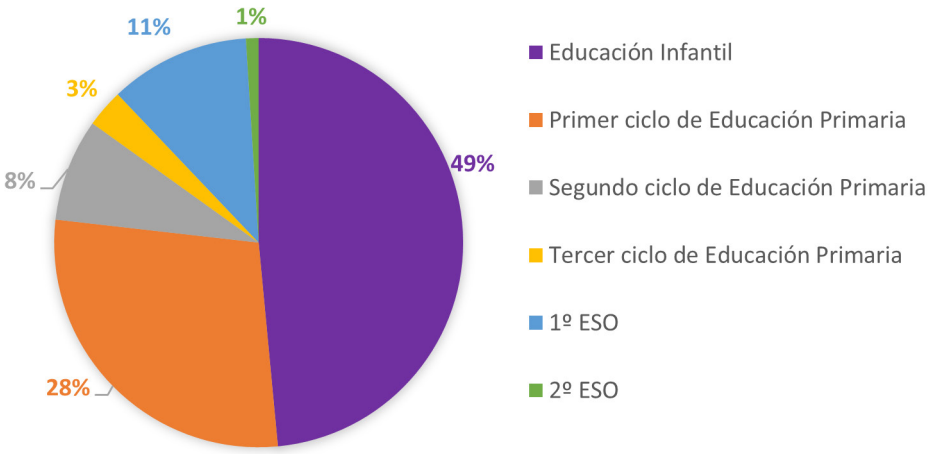


Figura 1. Nivel educativo de los grupos escolares que visitaron el Zoológico de Córdoba.

Encontramos que el número de visitas escolares que realizan los escolares por curso académico es de 1,55 visitas por año escolar, lo que denota la importancia del zoológico en su planificación anual.

Respecto a la preparación de la visita que hacen los docentes, en la introducción de este trabajo, queda patente la necesidad de que las visitas escolares estén enmarcadas dentro de unas fases que trabajen los contenidos de la visita tanto antes como después de que este se lleve a cabo.

Al preguntar al profesorado si trabajaban la visita escolar antes y después de esta (figura 2), la mayoría afirmó que sí lo hacía, siendo ambas medias superiores a 4 (de acuerdo y totalmente de acuerdo).

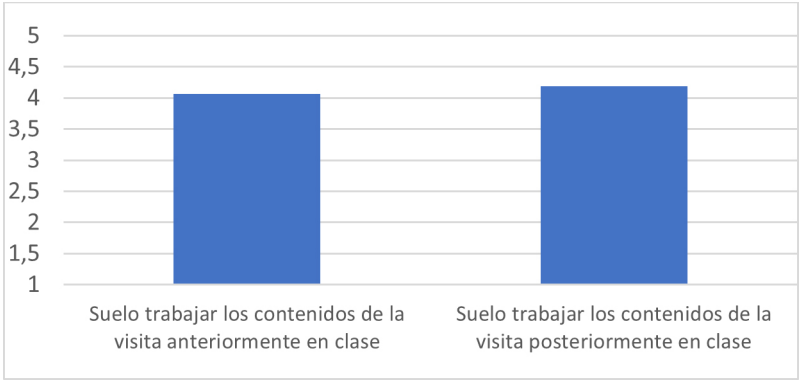


Figura 2. Manifestaciones del profesorado sobre la realización de actividades que trabajen los contenidos de forma previa y posterior a la realización de la visita

Por otro lado, encontramos que el 74,5% de los docentes encuestados aseguran que evaluarán los contenidos adquiridos por su alumnado tras la visita al Zoológico de Córdoba, mientras que un 25,5% no lo hará.

Finalmente, para conocer el grado de preparación que hacían los docentes, se les preguntó si habían acudido a las jornadas para profesores ofertadas por el Zoológico de Córdoba. Durante estas jornadas el equipo educativo del Zoológico muestra a los docentes que acuden el potencial educativo que tiene la institución. Encontramos que sólo el 5% aseguran haber asistido a estas jornadas frente al 95% que no han asistido.

Discusión y conclusiones

Los zoológicos se han establecido como un recurso fundamental en las primeras etapas educativas, ya que los principales visitantes provienen de educación infantil y educación primaria, ya sean de la propia localidad como de otras, mostrando el interés que despiertan en educación.

En función de los resultados obtenidos y respondiendo al principal objetivo que se ha planteado en esta investigación, que supone conocer el grado de preparación de la visita que hacen los docentes que acuden al Zoológico de Córdoba con su alumnado, podemos concluir que a pesar de que numerosos estudios muestran que los docentes aún no trabajaban los contenidos de las visitas en el aula (Guisasola y Moretín, 2010; Kiesel, 2006; Viladot, 2009), en esta investigación la gran mayoría de los docentes encuestados aseguran que trabajan los contenidos de la visita, tanto antes como después de esta que se lleve a cabo, aunque habría que profundizar en este resultado mediante un seguimiento del tipo de actividades que realizan.

También encontramos que la gran mayoría de los docentes encuestados evaluarán los conocimientos que su alumnado ha adquirido al realizar la visita. En contraposición, la mayoría del profesorado que ha participado en este estudio no ha acudido a las jornadas para docentes que oferta el Zoológico de Córdoba con el fin de mostrar el potencial educativo que posee esta institución.

Se puede concluir que las salidas escolares al zoológico de Córdoba son un recurso didáctico de primer orden en los centros escolares de educación infantil y primaria que permiten al profesorado ampliar los contenidos trabajados en el aula.

Referencias bibliográficas

Anderson, D., Lucas, K. B. y Ginns, I. S. (2000). Development of knowledge about Electricity and Magnetism during a visit to a Science Museum and related post-visit activities. *Science Education*, *84*(5), 658-679.

Cuenca, J.M. (2011). Concepciones del alumnado en Educación Infantil para la comprensión del medio sociocultural. Papel de las experiencias y el aprendizaje lúdico. En M.P. Ribero García (2011), *Didáctica de las ciencias sociales para la Educación Infantil* (pp. 111-129). Zaragoza: Mira editores.

Davidson, S.K., Passmore, C. y Anderson, D. (2010). Learning in Zoo fields trips: the interaction of the agendas and practices of students, teachers and Zoo educators. *Science Education, 94*, 122-141.

García Carranco, E.M. (2008). "El valor de las salidas escolares" Propuesta de una salida a la granja-escuela para niños y niñas de 5 años. *Revista digital: Papeles de educación, 2,* 80.

Kiesel, J. (2006). An Examination of fieldtrip strategies and their implementation within a natural history museum. *Science Education, 90*, 434-452

López Fernández, J.A., Mora Márquez, M., Arrebola Haro, J.C. y Medina Quintana, S. (2017). Itinerarios didácticos interdisciplinares en el Grado de Educación Primaria: Una propuesta en la ciudad de Córdoba. *Enseñanza de las Ciencias, Nº Extraordinario*, 1851-1856.

McMillam, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Educación.

Medina Quintana, S., Arrebola Haro, J.C., Mora Márquez, M., López Fernández, J.A. (2016). Propuesta de itinerario interdisciplinar en la formación del profesorado de Educación Primaria en el ámbito de las Ciencias Sociales y Experimentales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 31*, 79-97

Morentin Pascual, M. y Guisasola Aranzabal, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11* (3), 364-380.

Osborne, J. y Dillon, J. (2007). Research on Learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education, 12*, 1441-1445.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique, 71*, 81-89.

Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J. y Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14* (1), 258-270.

Villadot, P. (2009). ¿Para qué vienen? Expectativas de los docentes en las visitas escolares al museo. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario,* 520-524.

Villarrasa, A. (2003). Salir del aula. Reapropiarse del contexto, Íber. *Didáctica de las ciencias*

¿Conoce el alumnado de Educación Primaria la problemática del agua en nuestro planeta?

M. P. Pozo-Muñoz[1], Juan Carlos Tójar Hurtado[2] y C. Martín-Gámez[3]

[1]Doctoranda de la Universidad de Málaga. [2]Departamento de Teoría e Historia de la Educación y Métodos de Investigación y Diagnostico en Educación. [3]Departamento de Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

maria.paz.pozo@uma.es

Resumen

El presente estudio pretende conocer las ideas previas, medir competencias y actitudes, de estudiantes de tercer ciclo de Educación Primaria en la temática agua, enfocándose en sus usos, contaminación, hábitos y conciencia ambiental. El objetivo es conocer sus percepciones acerca del agua, la comprensión de conceptos, y una reflexión sobre los conocimientos adquiridos durante toda su etapa escolar. Con estas ideas, se quiere diseñar una propuesta didáctica que les permita entender el entorno y crear en ellos conciencia de respeto al medio ambiente. Teniendo en cuenta la cercanía del alumnado al mar, se aborda esta temática desde la problemática que surge del uso y abuso de este elemento. Desarrollando el estudio en la ciudad de Málaga, en un barrio aledaño a la costa. Para ello, se ha elaborado un cuestionario tipo Likert adaptándolo a la temática y al nivel educativo, cuya finalidad pretende esclarecer y establecer las ideas previas, para realizar una intervención en el aula. Todo esto, forma parte de un trabajo de investigación mayor. Los resultados ponen de manifiesto que el alumnado posee actitudes positivas en cuanto a las cuestiones relacionadas con el ahorro de agua, hábitos y usos.

Palabras clave: Agua; Educación Primaria; Tercer ciclo, Likert.

Introducción

Es importante educar en el cuidado y concienciación de los recursos naturales creando estrategias didácticas que permitan a los alumnos un compromiso individual con el medio ambiente (Hernández et al., 1997). En este sentido, Aznar, Fernández y Raga (2007), analizaron ocho creencias sobre las interacciones entre los seres humanos y el medio ambiente (temáticas tales como: la contaminación, el consumo individual, la tecnología, la educación, entre otros) y obtuvieron que la conducta proambiental está relacionada con determinados rasgos de la personalidad. Es fundamental para la resolución de problemas ambientales y modificar de conductas individuales.

En el tema agua, Corral, Garibaldi, y Encinas (1987) plantearon varias investigaciones referentes a la cultura del agua, y en una de ella analizaron qué es lo que motiva al ser humano a cuidar de este preciado bien. Comprobaron que mientras más preparada esta una persona más hábil es en el ahorro y uso del agua, y será más exigente en su cuidado.

Otros estudios referidos a creencias ambientales demostraron sobre el agua que era un recurso que se podía agotar y había que conservar (Dunlap y Van Liere, 1978). Concluyeron que, las

personas que difícilmente se adaptan al cumplimento de las normas sociales, tienen actitudes de despilfarro. Por tanto, es necesario que desde el ámbito escolar se desarrollen y potencien comportamientos que hagan a los jóvenes responsables e implicados en la conservación del recurso y respeto del medio ambiente.

En este tema la enseñanza de las ciencias representa un papel esencial para ello, y en este proceso, las emociones y los sentimientos, juegan un papel fundamental, dado que, lo cognitivo configura lo afectivo y viceversa (Hernández 2002, citado por Mellado et al., 2014; 13).

La educación ambiental está orientada hacia una modificación de un comportamiento humano, tanto en la dimensión cognitiva como en la afectiva (MOPU, 1989, 35). Según Schibeci (citado por Escudero, 1985) se sabe que la actitud es un factor predecible de conducta y que, son formas de expresar valores implícitos en una persona (Caurín y Gil, 2011).

Sin embargo, la valoración de las actitudes resulta compleja al entender que son manifestaciones no observables directamente, de tal forma que es necesario relacionarlas a partir de una evaluación subjetiva, mediante las respuestas de los sujetos frente a una situación dada (Caurín y Gil, 2011).

Por tanto, lo que se pretende con este estudio, es presentar un instrumento para conocer conocimientos y actitudes frente al problema ambiental del agua de estudiantes de Educación Primaria (E.P.) con edades comprendidas entre 9 y 12 años. A través de la elaboración de un cuestionario de preguntas cerradas, usando una escala de tipo Likert (Escudero, 1985; Iwatta, 1990; Van Liere y Dunlap 1981; y Weigel y Weigel, 1978). Según Fox (1981) y Colas y Buendía (1992), la bondad de este tipo de instrumento se caracteriza, porque no hay manipulación de variables, no se intenta establecer relaciones causa-efecto, sino tan solo describirlas y observarlas, resaltando las diferencias individuales. De esta forma que se observa cómo los sujetos de la muestra difieren en un determinado rasgo.

Objetivos y participantes

Este estudio forma parte de un trabajo de investigación más amplio, cuyo objetivo es diseñar y llevar a cabo una propuesta de enseñanza basada en prácticas científicas sobre el agua, en estudiantes de 5º y 6º E.P. para que desarrollen actitudes y comportamientos positivos frente al agua.

Para ello, se ha diseñado un cuestionario que se presenta en este estudio, junto con el análisis de su validez, para conocer actitudes, sensibilidad y comportamientos de los escolares.

Los participantes de este estudio son 100 alumnos de edades entre 9 y 12 años, que se encontraban cursando el tercer ciclo de E.P. Son estudiantes de un colegio de la ciudad de MÁLAGA, caracterizado con nivel socioeconómico bajo, lo que influye en su aprendizaje, con escasos hábitos de estudios y poca implicación familiar.

Instrumento de recogida de información

Para la recolección de la información se diseñó el cuestionario de acuerdo al entorno y a las características del alumnado.

Se realizó una prueba piloto a 100 alumnos del mismo nivel educativo, en un curso previo para comprobar la comprensión de los ítems. Además, se solicitó la colaboración de los docentes del para mejorar y matizar los ítems, en total 16. En ellos los participantes debían responder en función de su grado de acuerdo/desacuerdo, usando la escala Likert (0 a 5) donde 0 representa total desacuerdo y 5 total acuerdo. Estos ítems se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Ítems del cuestionario

Nº	ÍTEMS
1.	Existe un suministro de agua infinito en el mundo
2.	Los bosques desempeñan una función importante en el ciclo del agua
3.	El agua, una vez usada, llega directamente al mar
4.	El agua de los ríos se puede beber directamente
5.	El agua llega hasta el grifo directamente de los ríos
6.	El agua de lluvia se puede beber directamente
7.	Tus acciones diarias pueden contribuir a la pureza y calidad del agua
8.	La contaminación del agua produce daños en el medio ambiente
9.	El Mar Mediterráneo está contaminado
10.	En mi casa se usa algún método para ahorrar agua
11.	Mantengo el grifo cerrado cuando me enjabono las manos o lavo los dientes
12.	El ahorro de agua en el colegio es bueno para el medio ambiente
13.	Los papeles y alguna otra cosa que no me sirve en el baño lo tiro al váter
14.	Conozco campañas sobre el cuidado al medio ambiente
15.	Estas campañas son beneficiosas para concienciar a la ciudadanía
16.	Hay mucha información sobre el cuidado del agua

Análisis de los resultados (parciales)

Se utilizaron para el análisis de datos, técnicas de análisis cualitativo, descriptivo y factorial de componentes principales. En el estudio descriptivo, se realizó un análisis de distribuciones para explorar los datos, realizando el cálculo de los estadísticos de tendencia central y frecuencias. El análisis del estudio piloto comenzó con el cálculo del coeficiente Alpha de Cronbach. El valor inicialmente obtenido fue muy discreto (Alpha=0.31), por lo que se optó por calcular los coeficientes Alpha de Cronbach en cada una de las dimensiones del cuestionario (ver tabla 2). La solución factorial con 6 dimensiones, muestra valores de Alpha aceptables o buenos para 4 de las dimensiones, con un Alpha total de 0,99.

Tabla 2. Valores Alpha total y por dimensión
(Se utiliza el total de alfa de Cronbach en el autovalor total)

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza contabilizada para Total (autovalor)
1	,777	3,681
2	,642	2,509
3	,602	2,296
4	,557	2,092
5	,497	1,872
6	,402	1,605
Total	,991[a]	14,056

El análisis de componentes principales permitió obtener un modelo de 6 dimensiones que explicaba el 59,82% de la varianza. Previamente a la realización del análisis factorial, se realizó un estudio de las condiciones de aplicación (KMO y prueba de esfericidad de Barlett). Como se observa en la tabla 3, las dimensiones tienen una consistencia interna variable (de la 1 a la 4 entre .777 y .557; y la 5 y la 6 entre .497 y .402). Las dimensiones han quedado definidas como sigue:

- Dimensión 1: Información sobre ahorro de agua y hábitos.
- Dimensión 2: Campañas de concienciación y sensibilización individual.
- Dimensión 3: Creencias y desconocimiento sobre el agua y su contaminación.
- Dimensión 4: Calidad del agua.
- Dimensión 5: Creencias erróneas sobre el ciclo del agua.
- Dimensión 6: Cantidad de agua e importancia.

En la tabla 3 se representa la dimensión "Información sobre ahorro de agua y hábitos". Comprende cinco ítems. El que posee la carga factorial mayor es el que indica "hay mucha información" (.703). Otros ítems, se refieren a medidas que se toman para ahorrar agua (ítem 11), el valor del ahorro (ítem 12), y un método para el mismo (ítem 10). Con carga factorial negativa (-.552) aparece un ítem que resulta ser una información errónea en el cuidado del agua, ya que está relacionada con hábitos negativos (ítem 13).

Tabla 3. Dimensión 1: Información sobre ahorro de agua y hábitos

Núm.	Información sobre ahorro de agua y hábitos	b_{ij}
16	Hay mucha información sobre el cuidado del agua	.703
11	Mantengo el grifo cerrado cuando me enjabono las manos o lavo los dientes	.695
12	El ahorro de agua en el colegio es bueno para el medio ambiente	.643
10	En mi casa se usa algún método para ahorrar agua	.602
13	Los papeles y alguna otra cosa que no me sirve en el baño lo tiro al váter	-.552

En la tabla 4 se refleja la dimensión 2 "Campañas de concienciación y sensibilización individual". Con dos ítems: uno referido al beneficio de las campañas (ítem 15) y otro es una reflexión sobre la repercusión de las acciones diarias de las personas (responsabilidad individual) **(ítem 7).**

Tabla 4. Dimensión 2: Campañas de concienciación y sensibilización individual

Núm.	Campañas de concienciación y sensibilización individual	b_{ij}
15	Estas campañas son beneficiosas para concienciar a la ciudadanía	.733
7	Tus acciones diarias pueden contribuir a la pureza y calidad del agua	.729

En la tabla 5 se recogen los ítems que forman la dimensión 3 ("Creencias y desconocimiento sobre el agua y su contaminación"). El que posee la mayor carga factorial es el que indica que "El agua, una vez usada, llega directamente al mar" (.771). Dos de estos ítems (9 y 13) están relacionados con la contaminación del mar, el **ítem 13**, es consecuencia de las acciones diarias. Con carga factorial negativa (-.487) aparece el ítem 14, que resulta ser una información errónea sobre el conocimiento de campañas relacionada con el cuidado del medio ambiente, ya que a pesar de que reconocen que existe mucha información sobre las campañas de cuidado del medio ambiente no conocen las mismas.

Tabla 5. Dimensión 3: Creencias y desconocimiento sobre el agua y su contaminación

Núm.	Creencias y desconocimiento sobre el agua y el medio ambiente	b_{ij}
13	Los papeles y alguna otra cosa que no me sirve en el baño lo tiro al váter	.483
3	El agua, una vez usada, llega directamente al mar	.771
14	Conozco campañas sobre el cuidado del medio ambiente	-.487
9	El Mar Mediterráneo está contaminado	.429

En la tabla 6 se muestran la dimensión 4 ("Calidad del agua"). Tanto el ítem 4 como el 6 indican la potabilidad del agua de ríos y lluvia. El ítem 8, con carga factorial negativa (-.418), que resulta ser una información errónea sobre nula la relación entre contaminación del agua y sus consecuencias en el medio ambiente.

Tabla 6. Dimensión 4: Calidad del agua

Núm.	Calidad del agua	b_{ij}
4	El agua de los ríos se puede beber directamente	.773
6	El agua de lluvia se puede beber directamente	.617
8	La contaminación del agua produce daños en el medio ambiente	-.418

En la séptima tabla, se manifiestan los ítems 2 y 5, que configuran la dimensión 5 ("Creencias erróneas sobre el ciclo del agua"). Ambos, evidencian el desconocimiento sobre los componentes que forman parte del ciclo del agua y los movimientos de las masas de agua en él.

Tabla 7. Dimensión 5: Creencias erróneas sobre el ciclo del agua

Núm.	Creencias erróneas sobre el ciclo del agua	b_{ij}
2	Los bosques desempeñan una función importante en el ciclo del agua	-.742
5	El agua llega hasta el grifo directamente de los ríos	.605

En la tabla 8 se expone el ítem 1, que constituye la dimensión 6 ("Cantidad de agua e importancia"). Indica conocimiento de la existencia del suministro de agua a nivel mundial. Y por tanto, la importancia de esta. Este ítem posee la mayor carga factorial de todo el cuestionario.

Tabla 8. Dimensión 6: Cantidad de agua e importancia

Núm.	Cantidad de agua e importancia	b_{ij}
1	Existe un suministro de agua infinito en el mundo	.851

En términos generales, los resultados del análisis factorial muestran varias dimensiones con temas bien definidos y una buena y/o aceptable carga factorial. La consistencia interna de la mayoría de las dimensiones (y la total), es un indicador estadístico de la fiabilidad, pero el sentido sustantivo de cada dimensión es un indicador cualitativo más potente que nos informa de la validez estructural del cuestionario.

Conclusiones

El modelo de análisis factorial ha proporcionado una solución satisfactoria con 6 dimensiones. Las dimensiones encontradas en las que el modelo ha sido agrupado, reflejan la estructura factorial del cuestionario. Además del apoyo estadístico, la estructura está sustentada por la revisión de la literatura (Aznar, Fernández y Raga 2007; Corral, Garibaldi, y Encinas, 1987; Dunlop y Van Liere, 1978; Hernández et al., 1997).

Con los resultados obtenidos es posible afirmar que los objetivos del estudio se han cumplido.

En el futuro, se utilizarán estos resultados para llegar a caracterizar las actitudes que hacia el agua tienen los alumnos. Esta información permitirá obtener una visión completa sobre las ideas previas del alumnado en este recurso, y se podrá diseñar la propuesta didáctica que les permita entender el entorno, consolidando actitudes de compromiso, sensibilización y concienciación desde el respeto al medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Aznar, F. J., Fernández, M., y Raga, J. A. (2007). Temática 1: Valores, actitudes, creencias y conducta: ¿Cómo fomentar conductas ambientales responsables? *Revista de Psicología*. Universidad de Valencia, España.

Caurín, A. y Gil, Q. (2011). Las actitudes de los estudiantes universitarios ante la ciencia: métodos de análisis. *Séptimo Congreso Internacional de Educación, Cultura y Desarrollo*.

Colas, M. y Buendía, L. (1992). *Investigación Educativa*. ALFAR: Sevilla.

Corral, V., Garibaldi, L., y Encinas, L. (1987). Estudio exploratorio de patrones conductuales de consumo doméstico de agua en zona urbana. *Revista Sonorense de Psicología*, *2*, pp. 87-93.

Dunlap, R. y Van Liere, K. (1978). The new environmental paradigm. *The journal of environmental education*, *9* (4), pp. 10-19.

Escudero, T. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: un panorama complejo. *Revista de Educación*, 278, pp. 5-25.

Fox, D. (1981). *El proceso de investigación en educación*. EUNSA: Pamplona

Hernández, B., Suárez, E., Martínez-Torvisco, J., y Hess, S. (1997). Actitudes y creencias sobre el medio ambiente en la conducta ecológica responsable. *Papeles del Psicólogo: Revista del Colegio Oficial de Psicólogos*, (67), pp. 48-54.

Iwatta, O. (2001). Relationships between proenvironmental attitudes and concepts of nature. *Journal of Social Psychology, 141*(1), pp. 75-83.

MOPU (1989). *Educación ambiental: Situación española y estrategia internacional.* Madrid: Centro de Publicaciones MOPU.

Mellado, V.; Blanco, L.J.; Borrachero, A.B. y Cárdenas, J. (2012). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (Vol. I). DEPROFE: Badajoz.

Van Liere, K., D., y Dunlap, R. E. (1981). Environmental concern: Does it make a difference how it's measured?. *Environment and Behavior,* 13(6), pp. 651-676.

Weigel, R., y Weigel, J. (1978). Environmental concern: The development of a measure. *Environment and Behavior, 10*, pp. 3-15.

La comunidad científica vista con ojos de niño

Esther Mª García Vallecillos, Sara Cañete Jiménez, Mª Pilar Jiménez Tejada y Sergio David Barón López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

pjtejada@ugr.es

Resumen:

En este trabajo se presenta una investigación sobre la idea de científico que tiene un grupo de alumnos de Educación Infantil de 5 años. Aunque en algunos casos parecen no conocer qué son y qué hacen los científicos, en otros sí se aprecia la imagen estereotipada presente en la sociedad, aunque incluyendo elementos, como la magia, que no aparecen en otros estudios. Se considera necesario que desde edades tempranas se realicen propuestas con las que acometer dichos estereotipos.

Palabras clave: Educación Infantil; naturaleza de la ciencia; estereotipo de científico.

Introducción y justificación

Si buscamos en internet libros de ciencia para niños no es difícil encontrar ilustraciones en las que siguen presentes algunos de los estereotipos encontrados en numerosas investigaciones en didáctica de las ciencias. Desde que en 1957 se publicara la investigación de Mead y Metraux, han pasado varias décadas sin que se hayan observado grandes cambios en los estereotipos observados por dichas autoras. Estudios más recientes, como el de Ruiz-Mallén y Escalas (2012), siguen mostrando que un alto porcentaje de participantes tienen una visión estereotipada del científico: hombre solo, de mediana edad, que desarrolla su actividad dentro de un laboratorio, con gafas protectoras y bata blanca y utiliza instrumentos propios del laboratorio. No obstante, en este mismo estudio se vislumbran pequeños cambio, ya que el estereotipo es más marcado en chicos que en chicas, y en mayores de 12 años más que en los más pequeños. Esta imagen estereotipada también aparece en narraciones de ficción solicitadas a estudiantes de 16-18 años argentinos (Pujalte, Gangui y Adúriz, 2017).

Los orígenes de dicho estereotipo son variados. Entre ellos cabe citar el cine y la televisión (Steinke et al, 2007), los dibujos animados (Vílchez-González y Perales Palacios, 2006), los cómics (Gallego Torres, 2007) o la literatura (Haynes, 2003), entre otros. Tampoco debemos olvidar el papel que puede jugar el profesorado en el refuerzo de estos estereotipos (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y António y Praia, 2002).

Dado que, como se ha mencionado antes, la edad puede condicionar el grado en el que está marcado el estereotipo, consideramos de interés conocer hasta qué punto existe en edades tempranas. Si en la etapa de Educación Infantil (EI) se ponen los cimientos de la educación y de la actitud hacia las ciencias, es innegable el interés de diseñar propuestas encaminadas a movilizar el estereotipo de científico que tan arraigado está en la sociedad.

El presente trabajo surgió del interés por averiguar, en niños y niñas de EI, las ideas que tenían acerca de los científicos. Se pretendió partir de dichas ideas para diseñar una propuesta que

mostrara una imagen real sobre la comunidad científica. Para averiguar esas ideas se utilizó el dibujo, ya que desde hace varias décadas se conocen sus beneficios para el aprendizaje en edades tempranas, pues promueve el desarrollo del lenguaje y las matemáticas (Chang, 2012; DuCharme, 1991). Pero también favorece las construcción del conocimiento, las emociones positivas durante el aprendizaje y la evaluación del mismo (Chang, 2011, 2012). Y es en este sentido en el que se ha utilizado, pues tras la implementación de la propuesta se quería conocer la eficacia de la misma comparando los dibujos previos y los finales. En esta comunicación, dada la limitación de espacio, solo se muestran los datos sobre las ideas previas.

Metodología

En el estudio participaron un total de 49 alumnos de Educación Infantil de cinco años, de dos colegios de Granada capital, de los que 26 eran niños y 23, niñas. Para llevar a cabo la investigación se solicitó a los participantes que dibujasen a personas que trabajan en ciencias.

Una vez que cada persona realizara su dibujo, y en el mismo día, cada participante explicó lo que había en ellos durante una entrevista. Los dibujos y entrevistas fueron revisados por un panel de expertos, que establecieron las siguientes categorías a partir de dicha información:

- Mujer/Hombre: según quién aparecía en los dibujos. Hay que indicar que veces en el mismo dibujo se han incluido varias personas de distinto sexo.
- Instrumentos: cuando están presentes objetos de vidrio propios de un laboratorio, tales como tubos, vasos o jeringuillas.
- Batas: los protagonistas aparecen vestidos con una bata.
- Experimentos: cuando las personas realizaban pociones, explosiones o cuando se mencionaba que había mezcla de sustancias.
- Tecnología: si aparecen elementos tecnológicos (ordenadores, robots, etc.).
- Mesas: cuando aparece este mueble en los dibujos.
- Magia: cuando aparecen elementos mágicos o se mencionan en la explicación.
- Inventos: cuando aparecen objetos con características innovadoras o creaciones diferentes a lo común (avión elefante, invento de zapatos para poder volar).
- Relación con disciplinas científicas: si aparecen elementos relacionados con algunas disciplinas científicas. Por ejemplo la presencia de mariposas, propias de la biología.

Se comprobó la distribución de frecuencias para cada categoría. Para averiguar si existen diferencias entre las respuestas de chicos y chicas se utilizó el estadístico de contingencia Chi-cuadrado.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que, al menos en algunos casos, los estereotipos sobre los científicos también están presentes en edades tempranas, si bien es cierto que no se alcanza el 50% en ninguna de las categorías (Tabla 1). No obstante, hay casos en los que no se observa ninguna de ellas en los dibujos, quizá porque no saben quiénes son los científicos (fig 1).

Tabla 1: Distribución de frecuencias, según sexo (niña n=23, niños n=26), para la presencia de las distintas categorías.

	Mujer	Hombre	Instrument.	Exper.	Batas	Tecn.	Mesa	Magia	Inven.	Bio/fís
Niñas	20	5	8	10	8	2	2	9	4	10
Niños	4	23	14	11	9	14	6	12	14	15

Figura 1. Dibujos en los que no se observan estereotipos. A: "Una flor muy grande que le salen corazones y mucha hierba". B: "Un padre y su hija jugando y buscando flores para su mamá"

Aunque en muchos casos la acción no trascurre en laboratorios como tales, sí están presentes las mesas y los instrumentos propios de dicha ubicación, encontrándose en el 45% de los dibujos. Con una frecuencia similar aparecen los experimentos y la magia (Figura 2). Esto último es llamativo, pues hay casos en que lo asocian a personajes de la literatura. Por ejemplo, en la explicación de sus dibujos un niño dice que "*hay un vampiro con un traje blanco y calvo que chupa la sangre y vuela muy alto porque se ha bebido una poción del vaso del laboratorio*"; otro niño explica que hay una "*carroza de Cenicienta con ruedas y hay una bruja muy mala que le hizo desaparecer el vestido con su varita, y entonces apareció un hada para hacerle un vestido muy bonito con su magia*".

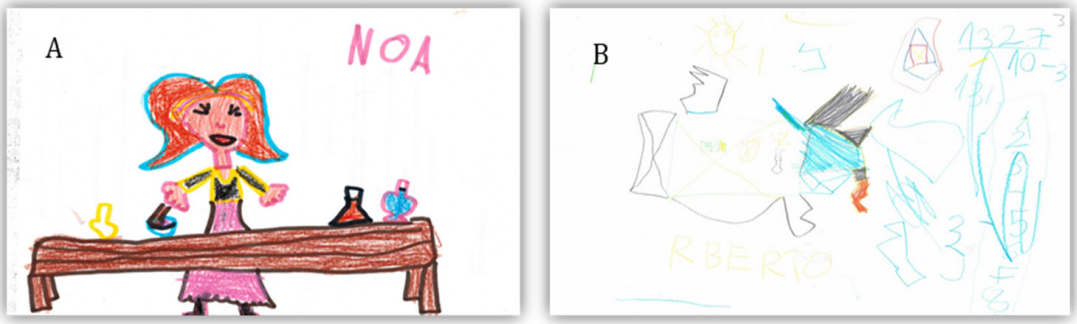


Figura 2. Dibujos en los que aparecen estereotipos. A: "Quería hacer un hombre pero me he equivocado y he dibujado una mujer, y está en su laboratorio haciendo experimentos con muchos líquidos y también con polvos que está triturando en un cacharro con ese palo, que no sé cómo se llama, y después los polvos se los echa también a los líquidos y así hace cosas nuevas. B: "Esto es un laboratorio donde hay muchos números porque es un hombre muy listo, y tiene magia porque dentro hace pociones en el laboratorio, y dentro hay dibujantes y el laboratorio vuela"

Creemos que la magia está presente en sus dibujos porque a veces los adultos, sea la familia o los propios maestros y maestras, presentan la ciencia a los más pequeños como algo mágico. Pero no solo está presente en el entorno más próximo a los niños, sino también en los medios de comunicación, en internet e incluso en libros de ciencia dedicados a este sector de la población. Como ejemplo, citar el libro de Vallejo-Nágera (2008), cuyo título es: Ciencia mágica: experimentos asombrosos para genios curiosos. No nos parece adecuado presentar la ciencia como algo mágico, pues podría abrir el camino a ideas pseudocientíficas en el futuro. En estas mismas fuentes tampoco es raro encontrar ilustraciones en las que aparece el estereotipo de científico: hombre, con bata blanca y realizando experimentos en un laboratorio.

Las batas, aunque no son los elementos más frecuentes, también se incluyen en algunos dibujos. Algo parecido ocurre con elementos tecnológicos y con inventos. No obstante, alrededor de la mitad de estudiantes asocian la ciencia con aspectos de física o de biología, aunque desconocemos si lo hacen conscientemente o como figuras retóricas en sus dibujos. Por ejemplo, un niño explica su dibujo diciendo "*Las mariposas son mágicas porque han salido, porque han hecho una mezcla con unos botes y se ha caído al suelo el antídoto, y ha hecho una explosión y por eso han salido las mariposas*".

También ha llamado nuestra atención la mención del término "listo" o "lista" en sus explicaciones, pues algunos así califican a los científicos. Por ejemplo, uno de los niños dice: "…*Cómo es muy listo él solo ha hecho un paracaídas*".

Respecto al análisis de respuestas según sexo solo han aparecido diferencias significativas ($p<0,05$) en el sexo de las personas que aparecen en los dibujos, en la tecnología y en los inventos (Tabla 2).

Tabla 2: Test de contingencia χ^2 para la distribución de frecuencias de las distintas categorías, según sexo (niña n=23, niños n=26)

	χ^2	g.l.	P
Mujer	25,017	1	0,0000
Hombre	22, 185	1	0,0000
Instrumentos	1,793	1	0.1806
Experimentos	0,007	1	0.9333
Batas	0	1	1
Tecnología	11,313	1	0.0008
Mesa	1,848	1	0.1740
Magia	0,246	1	0.6199
Inventos	6,979	1	0.0082
Relación con la física o la biología	0,987	1	0.3205

El sexo de las personas dibujadas ha correspondido, por lo general, con el de quien dibuja (Figura2). Desconocemos la explicación a esto, porque estudios como el de Campbell, Shirley y Candy (2004) indican que la identidad de género se instaura entre los dos y tres años de edad, y según esto cabría esperar que hubiese más chicas que pintaran varones. Sin embargo, nuestros resultados recuerdan a los encontrados por Chambers (1983), si bien en su investigación solo pintaban mujeres científicas las chicas. Quizá los resultados se deban a que no conocen con exactitud qué son las personas que trabajan en ciencias, y dibujan a una persona que tiene el mismo sexo de quien hace el dibujo.

Llama la atención que imágenes relacionadas con la tecnología y los inventos aparezcan con más frecuencia en los dibujos de niños que en los de niñas (Tabla 1). Es posible que esos dibujos sean un reflejo de las oportunidades que han tenido quienes los han hecho. Creemos que estas diferencias significativas (Tabla 2) se pueden explicar por las diferentes experiencias que tienen niños y niñas con los juegos y juguetes en esta etapa, pues se sabe desde hace décadas, con investigaciones como las de Johnson (1987) o la de Baker y Leary (1995), que las experiencias extraescolares influyen en las elecciones futuras y en las actitudes hacia las ciencias.

Conclusiones

El estereotipo de científico aparece ya en edades tempranas, aunque no está tan extendido como en edades más avanzadas. Siendo optimistas, estas investigaciones nos permiten ver que se puede empezar a proporcionar una visión adecuada sobre la ciencia y el trabajo de la comunidad científica desde la etapa de EI.

El papel del profesorado en la etapa de EI es fundamental. Hay que resaltar, en este caso, las ventajas de que esté constituido mayoritariamente por mujeres, porque puede favorecer la disminución de estereotipos entre las chicas, tal y como planteaba Monhardt (2003 en Steinke et al., 2007).

La conexión entre el profesorado de Ely las familias en esta etapa es muy estrecha, por lo que habría que aprovechar esta circunstancia para colaborar en la educación de niños y niñas, ofertando experiencias que permitan una actitud positiva hacia la ciencia en un futuro.

Agradecimientos

A todas las personas que participaron respondiendo a la encuesta.

Esta comunicación se ha llevado a cabo gracias a la financiación del grupo PAIDI de investigación HUM613.

Referencias bibliográficas

Baker, D. y Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (1), 3–27.

Campbell, A., Shirley, L., y Candy, J. (2004). A longitudinal study of gender-related cognition and behaviour. *Developmental Science 7* (1), 1-9.

Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education 67* (2), 255-65.

Chang, N. (2011). What are roles children´s drawings play in inquiry of science concepts? *Early Child Development and Care*, 1-7.

Chang, N. (2012). The role of drawing in young children´s constructions of science concepts. *Early Childhood Education Journal, 40,* 187-193.

DuCharme, C. C. (1991). "Pictures make me know more ideas": Lessons from three young writers. *Day Care and Early Education,* 5-7.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y António y Praia, Joao. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias, 20* (3), 477-488.

Gallego Torres, A. P. (2007). Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4*(1), 141-151. Recuperado de: https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/3838/3415

Haynes, R. (2003). From alchemy to artificial intelligence: Stereotypes of the scientist in Western literature. *Public Understanding of Science, 12* (3), 243-253.

Johnson, S. (1987). Gender differences in science: parallels in interest, experience and performance. *International Journal of Science Education*, 9, 467–481.

Mead, M. y Métraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students. *Science, 126* (3270), 384-390.

Pujalte, A., Gangui, A y Adúriz, A. (2017). Las imágenes de científico en cuentos de ficción escritos por jóvenes estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra* 2017, 3525-3529.

Ruiz-Mallén, I. y Escalas, M. T. (2012). Scientist seen by children: a case Study in Catalonia, Spain. *Science Communication, 34* (4), 520–545.

Steinke, J., Knight Lapinski, M., Crocker, N., Zietsman-Thomas, A., Williams, Y., Higdon Evergreen, S y Kuchibhotla, S. (2007). Assessing Media Influences on Middle School–Aged Children's Perceptions of Women in Science Using the Draw-A-Scientist Test (DAST). *Science Communication, 29* (1), 35-64.

Vallejo-Nágera, A. (2008). *Ciencia mágica: experimentos asombrosos para genios curiosos*. Madrid: Martínez Roca.

Vílchez-González, J. M. y Perales Palacios, F. J. (2006). Image of science in cartoons and its relationship with the image in comics. *Physics Education, 41* (3), 240-249.

Línea 3. *Investigación* en la enseñanza de las ciencias

Simposios

Simposio 1

Prácticas científicas en la educación formal

María Martínez Chico
(coord.)

Las prácticas científicas, más allá de un mero recurso para motivar, ocupan un lugar clave en las propuestas curriculares, resaltando el valor educativo que supone para todas las personas iniciarse en las formas de mirar, pensar, construir y validar conocimiento que son propias de la ciencia, con la intención de formar ciudadanos racionales y críticos. El aprendizaje de esas prácticas científicas no sólo complementa y da sentido el aprendizaje de concepciones científicas, sino que es un requisito necesario para promover la evolución de concepciones alternativas, ligadas a una epistemología ordinaria, hacia concepciones más científicas.

Para que los estudiantes se familiaricen con la epistemología científica como manera de acercarse a la realidad y comprenderla, las actividades de E-A deben incorporar tales prácticas. Para ello, las prácticas científicas han de ser reconocidas como contenido de la enseñanza, de manera que el tiempo dedicado a ellas no sea considerado como una merma del tiempo dedicado a cubrir los contenidos del programa.

Por todo ello, la realización de prácticas científicas debe convertirse en un elemento esencial, no sólo en las aulas de Primaria y Secundaria, sino también en la formación de docentes, en la que resulta esencial hacerles *vivir* estas prácticas en primera persona para que reconozcan su importancia en el aprendizaje de las ciencias.

El Simposio que presentamos agrupa diversos trabajos bajo el paraguas común de las prácticas científicas, con la intención de proporcionar herramientas para "mirar" de manera científica fenómenos paradigmáticos a través de propuestas de enseñanza concretas. Estos trabajos atienden a diferentes niveles del sistema educativo y ponen el foco en diferentes prácticas científicas: La modelización, la argumentación y la indagación.

Una de las propuestas estudia ideas del modelo cinético-corpuscular en dibujos y explicaciones sobre fenómenos de la dilatación térmica de estudiantes de 1º de ESO. En otra se evidencia una progresión de aprendizaje de estudiantes de 4º de ESO desde modelos conceptuales simples a otros más sofisticados al implementar un diseño didáctico modelizador para promover la apropiación de un modelo de energía. El tercer estudio analiza cómo argumenta alumnado de 1º de Bachillerato sobre la aplicación del modelo de expresión de los genes de una enfermedad con componente genético, para investigar los factores que incluyen los estudiantes tras haber trabajado el modelo en una unidad previa.

Los dos trabajos restantes se centran en la formación de docentes de Primaria para el aprendizaje sobre la flotación y hundimiento de objetos. Uno de ellos caracteriza las estrategias didácticas que promueven una práctica de modelización de manera productiva, a través del análisis de vídeos donde los futuros maestros discuten entorno a fenómenos paradigmáticos, en concreto del modelo de flotación. Y el otro presenta una propuesta (acompañada de algunos resultados) para que los futuros docentes reconozcan y justifiquen las prácticas científicas en la enseñanza, y vivan actividades que las incorporen, a través de 2 ciclos de indagación: uno centrado en expresar y evaluar modelos iniciales y obtener certezas para introducir el modelo científico escolar, y otro en utilizar y evaluar ese modelo.

Las prácticas científicas en la enseñanza sobre genética: argumentación sobre el modelo de expresión de una enfermedad animal

Noa Ageitos y Blanca Puig

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela

noa.ageitos@usc.es

Resumen:

Esta propuesta busca contribuir al ámbito de la argumentación en las clases de ciencias, en concreto al área de la educación en genética. Diversos estudios sobre análisis del discurso en educación secundaria han mostrado visiones deterministas al explicar diferentes características de los seres vivos. En este estudio se analizan las respuestas escritas recogidas al realizar una actividad con cinco grupos de alumnado de 1º Bachillerato (n=20) en la que deben interpretar y usar datos para explicar la causa de la muerte de animales durante su transporte. Se diferencian dos categorías en el discurso del alumnado a la hora de explicar una enfermedad: a) argumentos que apoyan un modelo de expresión de los genes determinista; b) argumentos que apoyan un modelo que considera factores ambientales. Ningún grupo es capaz de criticar un modelo determinista para explicar una enfermedad animal.

Palabras clave: argumentación; modelo de expresión de los genes; prácticas científicas; determinismo genético.

Preguntas de investigación

Este estudio tiene como objetivo central analizar como argumenta el alumnado de secundaria sobre la aplicación del modelo de expresión de los genes de una enfermedad con componente genético. Pretendemos investigar qué factores incluyen los estudiantes en el modelo de expresión de una enfermedad animal después de haber elaborado y aplicado el modelo de expresión de los genes en tareas previas de una unidad didáctica sobre genética. Las preguntas de investigación son:

1) ¿Cómo usa el alumnado el modelo de expresión de los genes para argumentar sobre el desarrollo de una enfermedad con componente genético después de participar en una secuencia didáctica centrada en el desarrollo de las prácticas científicas?
2) ¿Hasta qué punto son capaces los estudiantes de criticar un modelo determinista al explicar el desarrollo de una enfermedad con componente genético?

Marco teórico

La genética es parte de central de muchos modelos teóricos de la biología moderna y está relacionada con muchos dilemas sociales y éticos actuales (Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl, 2000). Sin embargo, es una disciplina difícil de aprender y de enseñar debido a diferentes causas. Por un lado, encontramos la complejidad de los procesos celulares y moleculares que forman parte de la misma (e.g., Duncan, Rogat y Yarden 2009; Duncan y Reiser, 2007; Marbach-Ad y

Stavy, 2000; Wynne, Stewart y Passmore, 2001). Por otro lado, el alumnado empieza a aprender genética de modo formal cuando ya tiene opiniones personales, creencias y valores que resultan de su experiencia personal previa (Muela y Abril, 2013).

Atendiendo a las dificultades encontradas en el alumnado a la hora de aprender sobre cuestiones de genética, algunos autores proponen integrar las prácticas científicas, como la argumentación y la modelización, en la instrucción de esta materia (Venville y Donovan, 2008). En línea con estos autores, proponemos una actividad enmarcada en una secuencia didáctica centrada en el aprendizaje de genética, en concreto del modelo de expresión de los genes, a través del desarrollo de las prácticas científicas. Esta actividad se centra en desarrollo de la práctica de argumentación, que entendemos, al igual que Ford (2012), como la construcción y la crítica de enunciados.

La investigación en educación en genética apunta a que muchos estudiantes de secundaria carecen de los conocimientos básicos sobre genética que les permitirían tomar decisiones argumentadas sobre dilemas relacionados con esta área (Lewis y Wood-Robinson, 2000). Esto causa que muchos estudiantes terminen la etapa de escolarización con ideas alternativas en nociones básicas sobre genética (Shea y Duncan, 2014), lo que puede tener implicaciones sociales, relacionadas por ejemplo con el desarrollo de visiones deterministas (Puig y Jiménez-Aleixandre, 2011). Parte de los estudios sobre argumentación en genética se han centrado en temas controvertidos como la transgénesis animal (Simonneaux, 2001), la clonación (Jiménez-Aleixandre y Federico-Agraso, 2009) y otros se han centrado en las estrategias docentes para promover las destrezas de argumentación (Dawson y Venville, 2010). Estudios previos sobre argumentación en educación de genética apuntan a que el alumnado de secundaria tiene visiones deterministas cuando argumenta sobre el desarrollo de determinadas características en humanos (Puig y Jiménez-Aleixandre, 2011).

El determinismo genético defiende que todas las enfermedades genéticas, rasgos y comportamientos son determinados por los genes (Wertz y Fletcher, 2004). Los genetistas actuales critican esta noción del "programa genético" que sugiere que todo está escrito en el ADN e ignora los procesos epigenéticos (Castéra, Bruguière y Clement, 2008). En el contexto de las enfermedades, el determinismo genético se refiere a que las enfermedades humanas están causadas exclusivamente por los genes, dejando de lado el componente ambiental que interviene en su desarrollo (Wertz y Flectcher, 2004). Jiménez-Aleixandre (2014) apunta a que en lugar de considerar los genes como los únicos causantes de enfermedades genéticas como el cáncer, sería más adecuado pensar en términos de las relaciones que establecen entre los diferentes factores que están involucrados.

A pesar de que existe consenso en la comunidad científica sobre la importancia de las interacciones entre los genes y el ambiente en el desarrollo de las enfermedades (Chavakarti y Little, 2003), el determinismo genético sigue siendo un modelo asociado a las enfermedades genéticas en los libros de texto de secundaria de los institutos franceses (Castéra, Bruguière y Clement, 2008). Al igual que estos autores, defendemos que explicar el desarrollo de enfermedades complejas de manera simplificada no contribuye a promover el aprendizaje del modelo de salud que propone la OMS (Organización Mundial de la Salud). De acuerdo con este organismo (OMS, 2013), la salud está determinada por fuerzas intrínsecas como la genética, el comportamiento, los hábitos y formas de vida, y fuerzas extrínsecas como la prevención dentro del ámbito sanitario. Entendiendo las enfermedades como complejas, la solución a muchos problemas de salud requiere tratar todos estos factores, por lo que considerar a los genes como únicos causantes hace que disminuya la promoción de la salud entre el alumnado.

El determinismo biológico relacionado con enfermedades ha sido poco explorado en educación sobre genética. No hemos encontrado estudios previos sobre como el alumnado argumenta sobre patologías con un componente genético ni sobre qué tipo de modelo de expresión de los

genes usan para explicar estas enfermedades. Creemos que esta investigación puede contribuir a este campo poco estudiado.

Metodología

El estudio analiza una actividad que es parte de un proyecto de dos años centrado en el aprendizaje de la expresión genética a través de un enfoque de modelización y argumentación diseñada para ser implementada en 4º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y 1º de Bachillerato. El alumnado elabora y aplica un modelo de expresión de los genes a diferentes enfermedades con diferentes grados de complejidad. Esta secuencia didáctica fue llevada a cabo en un aula de biología y geología con 20 estudiantes trabajando en pequeños grupos y con el profesor encargado de la materia. Durante los dos años del proyecto, la secuencia de actividades fue discutida con el profesor y además se realizaron talleres con el docente sobre trabajar las prácticas científicas en el aula.

La actividad analizada en esta propuesta forma parte del bloque del segundo año del proyecto, y requiere que los estudiantes interpreten y usen datos para explicar la causa de muerte de animales (cerdos) durante su transporte. La tarea, "¿Por qué mueren los cerdos?", presenta un caso hipotético de muerte de cerdos debido a "hipertermia maligna" durante el transporte de una granja de cría a una granja de cebo. En una tarea previa, los estudiantes construyeron un modelo material de expresión de los genes. La tarea aquí analizada requiere revisar el modelo de expresión génica, desde una visión lineal a una visión sistémica, y usarlo para explicar la dinámica de la muerte de los cerdos.

La tarea se estructura en tres fases. Primero se presenta al alumnado el caso, explicando la situación de la muerte de los cerdos durante el transporte y pidiendo que aporte hipótesis sobre lo que puede estar ocurriendo. En segundo lugar, se les proporciona información diversa sobre las condiciones de transporte, características de las granjas de cría y cebo o sobre las características de los cerdos progenitores. Con esta información deben usar pruebas para evaluar las hipótesis previamente planteadas. En tercer lugar, deben aplicar el modelo de expresión génica para explicar la muerte de los animales.

La recopilación de datos incluye grabaciones de audio y vídeo, informes escritos de los estudiantes y notas de campo. Para el análisis de esta propuesta se han analizado los documentos escritos por los cinco grupos. El enfoque metodológico es cualitativo y se basa en una combinación de análisis de contenido y análisis del discurso (Gee, 2015).

El análisis de la pregunta de investigación 1 se basa en el análisis de contenido cualitativo. Las respuestas escritas de los estudiantes se examinan, en concreto las respuestas proporcionadas a la tercera parte de la actividad, donde deben aplicar el modelo de expresión de los genes para explicar la mortalidad animal. El análisis se centra en el contenido de la justificación, en particular, si mencionan o no los factores ambientales y genéticos implicados en la expresión génica.

Para el análisis de segunda pregunta de investigación las respuestas escritas de la tercera fase de la tarea son de nuevo las utilizadas. Se explora la capacidad de los estudiantes para criticar un modelo determinista de expresión génica para explicar una enfermedad con un componente genético.

Resultados y conclusiones

El análisis de los documentos escritos de los cinco grupos de estudiantes permite diferenciar dos categorías en los argumentos de los estudiantes. En primer lugar, argumentos que aplican un modelo determinista de expresión génica, es decir, que explican el desarrollo de la enfermedad únicamente usando los genes como prueba. En segundo lugar, argumentos que aplican un

modelo de expresión génica que considera los factores ambientales y los genes como factores que intervienen en el desarrollo de la enfermedad. El modelo interaccionista no fue identificado en las respuestas de los estudiantes.

Las Figuras 1 y 2 ilustran las dos categorías descritas. La mayoría de los grupos (cuatro de cinco) mencionan ambos factores como causas de la mortalidad de los animales, por lo que un grupo sería el que apoya el modelo determinista.

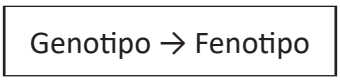


Figura 1. Modelo utilizado por el grupo 4

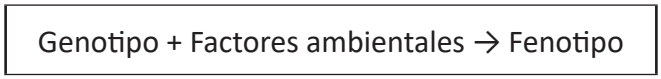


Figura 2. Modelo utilizado por los grupos 1, 2, 3 y 5

A la hora de criticar un modelo determinista que explica el desarrollo de la enfermedad, ningún grupo es capaz de hacerlo. Tres de ellos no cuestionan su adecuación y el resto se limitan a añadir los factores ambientales como se ilustra en el ejemplo siguiente:

> Grupo 5: *Algunas de las madres de los cerdos tienen un gen patógeno que causa un fallo en la actividad muscular de los cerdos, que con el estrés sufrido durante el transporte causa la muerte.*

De igual modo que en investigaciones previas sobre el modelo de expresión génica en educación secundaria (Puig y Jiménez-Aleixandre, 2011), este estudio muestra que, a pesar de la consideración explícita del papel de los factores ambientales en la expresión génica, el alumnado no muestra una visión interaccionista. Si bien parte de los grupos son capaces de reconocer que tanto factores ambientales como los genes tienen un papel en el desarrollo de la enfermedad, ninguno justifica su modelo relacionando los factores.

Los resultados muestran que la operación de criticar un modelo determinista es difícil para el alumnado, ya que ningún grupo es capaz de hacerlo. Esto es coherente con investigaciones previas sobre prácticas científicas (Ford, 2008). Creemos que se necesita más investigación sobre el papel de la crítica en los estudios de argumentación.

Referencias bibliográficas

Castéra, J., Bruguière, C., & Clément, P. (2008). Genetic diseases and genetic determinism models in French secondary school biology textsbooks. Journal of Biological Education, 42 (2), 53-29.

Chavakarti, A. & Little, P. (2003). Nature, nurture and human disease. Nature, 421, 412-414.

Dawson, V. M. & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.

Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(7), 938–959.

Duncan, R. G., Rogat, A. D. and Yarden, A. (2009), A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th–10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46: 655–674. doi:10.1002/tea.20312

Ford, M. (2012). A Dialogic Account of Sense-Making in Scientific Argumentation and Reasoning. *Cognition and Instruction*, 30 (3), 207-245.

Ford, M. (2008). 'Grasp of Practice' as a Reasoning Resource for Inquiry and Nature of Science Understanding. *Science & Education*, 17:147–177.

Gee, J. P. (2015). *Social linguistics and literacies*. New York: Routledge

Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and Underdetermination in Genetics Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science & Education*, 23, 465-484.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo-Rodríguez, A. & Duschl, R. A. (2000). "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84:757– 792.

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Federico-Agraso, M. (2009). Justification and persuasion about cloning: Arguments in Hwang's paper and journalistic reported versions. *Research in Science Education*, 39, 331–347.

Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division, and inheritance—Do students see any relationship. *International Journal of Science Education,* 22 (2), 177–195.

Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetics phenomena. *Journal of Biological Education, 34*(4), 200–205.

Marbach-Ad G & Stavy R (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*. 34, 200–205.

Muela, J. F. & Abril, A. M. (2013). Genetics and Cinema: Personal Misconceptions that constitute obstacles to learning. *International Journal of Science Education*, Part B, 4 (3), 260-280.

Puig, B. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Different Music to the Same Score: Teaching About Genes, Environment, and Human Performances. In Sadler, T. D. (Ed.), *Socio-Scientific Issues in the Classroom* (201-238). USA: Springer.

OMS (2013) Organización mundial de la salud. http://www.who.int/trade/glossary/story046/en/

Shea, A. N. & Duncan, R. G. (2014). A Tri-part Model for Genetics Literacy: Exploring Undergraduate Student Reasoning About Authentic Genetics Dilemmas. *Research in Science Education*, 45, 485-507.

Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education, 23*(9), 903–927.

Venville, G., & Donovan, J. (2008). How pupils use a model for abstract concepts in genetics. *Journal of Biological Education*, v. 43 (1), p. 6-14.

Wertz, C. D., & Fletcher, J. C. (2004). *Genetics and Ethics in Global Perspective*. Dordrecht: Springer

Wynne, C. F., Stewart, J. & Passmore, C. (2001). High school students' use of meiosis when solving genetics problems. *International Journal of Science Education*, 23, 5.

Estrategias para fomentar la práctica de modelización científica productiva: análisis de las discusiones de futuros maestros sobre flotación

Anna Garrido Espeja y Digna Couso Lagarón

CRECIM, Departament de didàctica de las matemàtiques i de las ciències experimentals.
Universitat Autònoma de Barcelona

agarridoespeja@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es caracterizar las estrategias didácticas que promueven una práctica de modelización productiva en el aprendizaje de las ciencias. En el contexto de la formación inicial de maestros, proponemos un escenario de E-A basado en el ciclo de modelización y analizamos episodios de video donde los futuros maestros discuten entorno a fenómenos paradigmáticos, en concreto del modelo de flotación. Los resultados muestran que este escenario promueve una participación en prácticas de modelización ricas, siendo el alumnado un gran agente de evaluación y revisión del modelo, usando estrategias clave, como proponer experimentos mentales. Aun así, para conseguir una práctica de modelización productiva (en la que mejore el modelo conceptual) no es suficiente con promover la indagación con fenómenos, sino que se hace necesaria la ayuda del experto, en el momento adecuado, para enfocar la mirada y aportar ideas nuevas.

Palabras clave: prácticas científicas, modelización, modelo científico clave, formación inicial de maestros, estrategias didácticas.

Objetivos

Esta investigación forma parte de una tesis doctoral donde se investiga cómo los maestros en formación inicial modelizan y construyen unos modelos científicos clave sobre flotación en un contexto que lo pretende promover. Nos centramos en dos preguntas:

1. ¿Qué estrategias didácticas se dan y quién las realiza en un contexto donde se promueve la práctica científica de modelización?
2. ¿Cuáles de estas estrategias promueven una modelización rica (evaluación y revisión continuada del modelo) y cuáles una modelización productiva (avance del modelo conceptual de flotación)?

Marco teórico

Una forma innovadora de enseñanza de las ciencias se presenta en el marco de las prácticas científicas (NRC, 2012; Osborne, 2014), análogas (pero no iguales) a las de la ciencia (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003). La participación en estas prácticas es coherente con el marco del aprendizaje sociocultural y situado (Lave & Wenger, 1991) y ha mostrado promover una visión más precisa de las maneras de funcionar de la ciencia (Grandy & Duschl, 2007).

Por otra parte, diferentes autores destacan la importancia del aprendizaje de modelos científicos (escolares) clave (Adúriz-bravo & Izquierdo-aymerich, 2009) que permitan a los alumnos explicar gran cantidad de fenómenos desde una determinada "forma de mirar", en vez de enseñar multitud de contenidos conceptuales desconectados entre ellos.

En este sentido, la práctica científica de modelización adquiere especial relevancia como un proceso clave en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Tiberghien, 1994), desde nuestro punto de vista, para conseguir que los alumnos construyan unos modelos científicos escolares clave. Re-elaborando en las categorías propuestas por otros autores (Schwarz et al., 2009) la práctica de modelización consiste en 4 procesos principales: “usar” el modelo para predecir o explicar fenómenos, “expresar” el modelo de manera más general o abstracta, “evaluar” el modelo en contraposición a las pruebas disponibles y “revisar” o modificar el modelo en consecuencia.

Aunque hay mucha investigación sobre la práctica de modelización y los modelos, ni la práctica ni la evolución del modelo se han analizado en el "durante" (es decir, mientras se están produciendo en el aula), así como tampoco las estrategias o factores que influencian o promueven estos procesos. Tal y como indican otros autores (Louca, Zacharia, & Constantinou, 2011), es especialmente necesario investigar cuáles son los mecanismos didácticos que favorecen una modelización productiva, ya que dar un apoyo efectivo a los alumnos en estos contextos es un reto importante para el profesorado. Además, conocer la influencia que pueden tener estas estrategias cuando las realiza el propio alumnado es un área de la que se sabe poco y en la que queremos contribuir con esta investigación.

Por último, sabemos que la incorporación de los modelos y la modelización en la escuela primaria es muy escasa (Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008) con lo cual se hace necesaria incorporarlos ya en la formación inicial de maestros. Desde nuestra perspectiva, proponer entornos de aprendizaje centrados en la modelización es especialmente adecuado en la formación inicial, no sólo porque les permite construir unos pocos modelos clave de ciencias que les sirvan como buenos ejemplos para trabajar en el aula de primaria, sino también porque permite que experimenten en primera persona los detalles de una metodología didáctica adecuada (en este caso la modelización), requisito imprescindible para ser capaces de aplicarla en sus futuras clases (Martínez-Chico, 2013).

Contexto

La investigación presentada se llevó a cabo en el marco de la asignatura de “Didáctica de las Ciencias Experimentales” de 3º del grado de Educación primaria, cursado por unos 70-80 alumnos. La asignatura consta de 12 sesiones a lo largo del primer trimestre del curso 2015-16. El objetivo de la asignatura es que los futuros maestros construyan los modelos científicos clave, promoviéndose la discusión en grupo en el laboratorio, en una cultura de aula que motiva a averiguar e interpretar fenómenos desde el darles un sentido (“sensemaking” en inglés). Para organizar esta enseñanza, y basándonos en secuencias de enseñanza de modelización presentes en la literatura (Baek, Schwarz, Chen, Hokayem, & Zhan, 2011; Hernández, Couso, & Pintó, 2015; Schwarz et al., 2009) construimos y aplicamos un ciclo instruccional de modelización que consta de seis fases (Figura 1). A diferencia de otras secuencias de la literatura, hemos querido distinguir entre la secuencia instruccional (aquello que se espera que haga el profesorado o fases de la instrucción) y el objetivo didáctico (aquello que se espera que haga el alumnado o fases de la práctica de modelización).

Metodología

Con el objetivo de realizar la investigación en el emplazamiento natural y conocer así los procesos de modelización mientras se están produciendo, realizamos y analizamos grabaciones de

audio y vídeo de las discusiones en pequeño grupo. Se siguió a dos grupos de 4 y 5 alumnos, codificados con letra y número: Grupo 1 (C11-C15) y Grupo 2 (B21-B24).

A continuación, se codificaron los datos recogidos según tres dimensiones:

1) la *práctica de modelización* en la que participa el alumnado (4 categorías inspiradas en la literatura de modelización: usar, expresar, evaluar o revisar el modelo);

2) la *versión del modelo* en la que se encontraba (categorías inferidas de los datos: niveles 1-4 según el grado de complejidad del modelo de flotación), y

3) la *estrategia didáctica* que daba lugar a una actividad de modelización (categorías inferidas de los datos y modificadas iterativamente: lista de 16 estrategias).

Por otro lado, se identificó al responsable de estas estrategias: el profesorado interviniendo en la discusión (*Prof*) o el alumnado con sus aportaciones (*Alum*). Posteriormente, se realizó un análisis de tipo cualitativo-interpretativo, seleccionando los episodios donde se daban las estrategias más abundantes y representando las tres dimensiones analizadas en un solo gráfico que nos permitiera identificar la evolución simultánea de estos aspectos a lo largo de la discusión de aula (Figuras 2 y 3).

Resultados

El análisis realizado nos ha permitido conocer qué estrategias didácticas se dan, quién las realiza y qué efecto tienen en la práctica de modelización del alumnado.

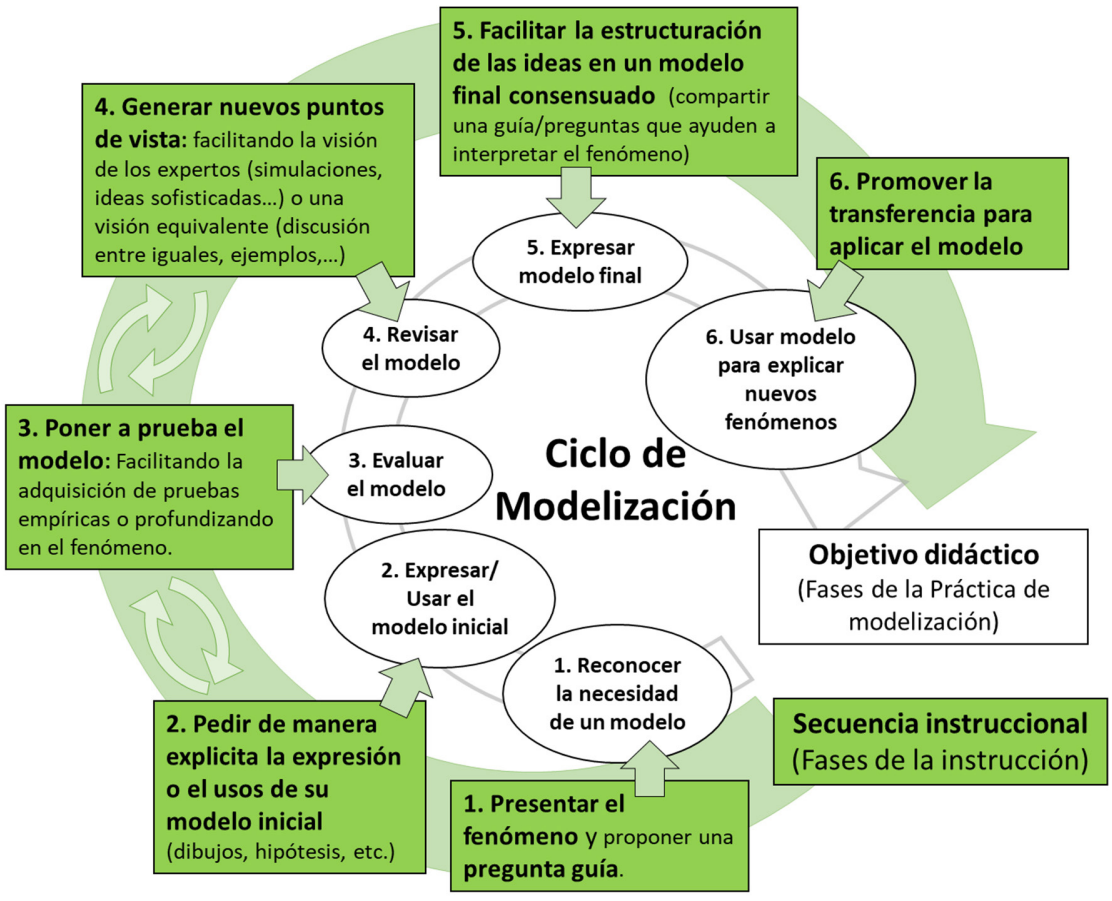


Figura 1. Ciclo de modelización propuesto (Garrido Espeja, 2016) y aplicado en la formación.

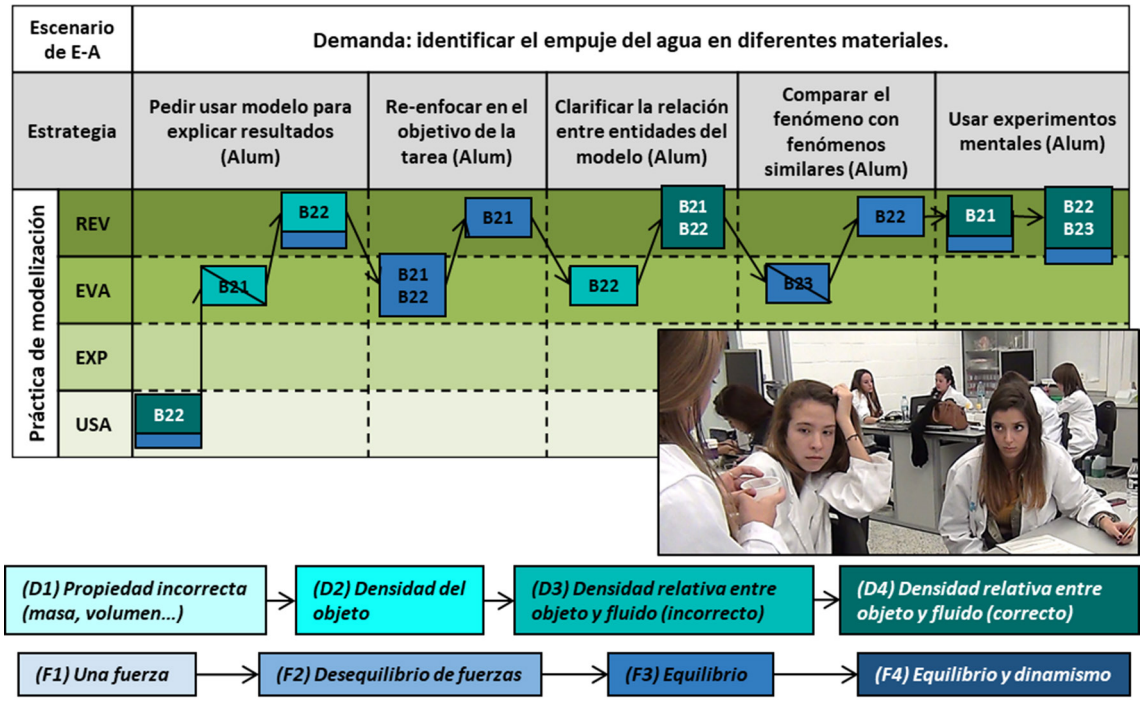


Figura 2. Ejemplo de participación en una práctica de modelización rica de las alumnas del G2 (B21-B24) gracias a las estrategias del alumnado (Alum)

Se observa, por un lado, que el alumnado utiliza estrategias que promueven la evaluación y revisión de su propio modelo conceptual, en ocasiones de manera repetida y continuada. Esto ocasiona conversaciones muy interesantes y de tipo "científicas", en las que las alumnas van cuestionando sus ideas y las ajenas en base a los nuevos datos obtenidos, a la correspondencia del modelo con el fenómeno, a la comparación con otros fenómenos o con experimentos mentales.

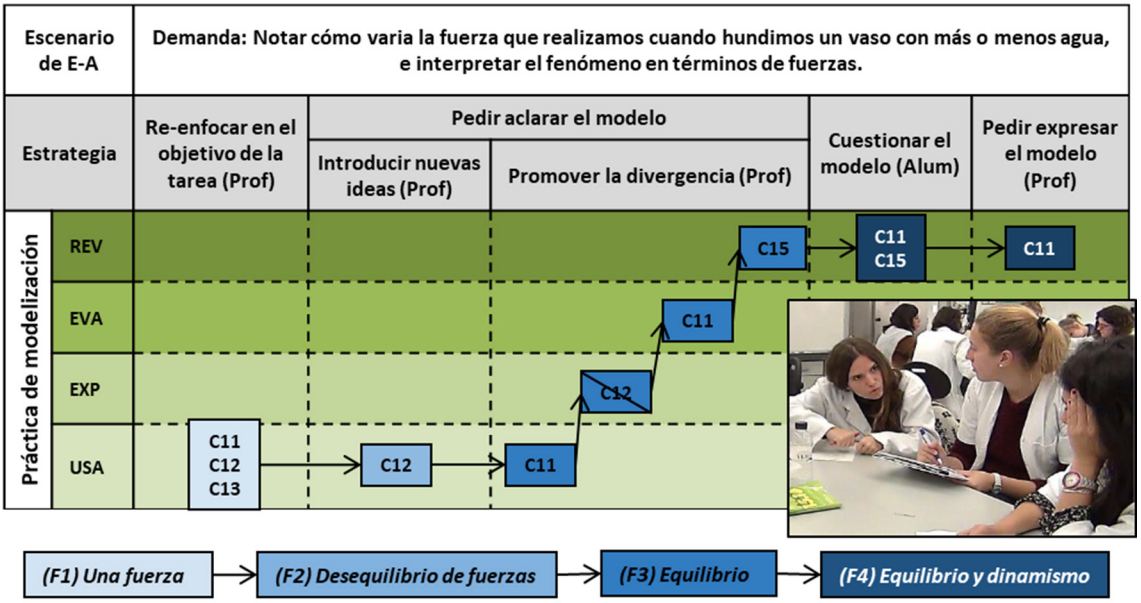


Figura 3. Ejemplo de avance en el modelo de flotación en términos de fuerzas (de F1 azul claro, a F4, oscuro) de las alumnas del G1 (C11-C15) gracias a las estrategias del profesor (Prof)

Esta práctica de modelización tan rica, aun así, no necesariamente implica un avance del alumnado hacia versiones más sofisticadas del modelo, y hasta puede conllevar un retroceso en su modelo si el alumnado se encuentra con ciertos retos que no puede superar por sí mismo (como limitaciones procedimentales o dificultad de interpretación de datos). Un ejemplo se muestra en la figura 2, donde las alumnas van evaluando y revisando repetidamente el modelo de flotación, en términos de densidad (colores turquesa) y de fuerzas (colores azules), aunque eso no lleve a un claro avance en su versión del modelo (se mueven en niveles 3 y 4, colores más oscuros).

En términos generales, nuestros resultados muestran que las estrategias de evaluación del modelo usadas por el alumnado sólo permiten un avance del modelo si el cuestionamiento se hace desde un dominio mayor de éste (por alguna compañera) o si el profesorado aporta ideas nuevas que no se estaban teniendo en cuenta. De hecho, las estrategias usadas por la profesora parecen ser clave para promover una actividad de modelización productiva (donde los alumnos realmente avancen hacia versiones más sofisticadas del modelo). Se ha identificado que la estrategia más importante para ello es introducir ideas nuevas, especialmente cuando se hace en un momento conveniente de la discusión (justo cuando el alumnado muestra necesidad de nueva información), y junto con otras estrategias igualmente importantes, como pedir aclarar o expresar el modelo, analizar la completitud de éste o reenfocar en el objetivo de la tarea. Estas estrategias permiten al alumnado darse cuenta de la falta de correspondencia de su modelo y modificarlo coherentemente, avanzando hacia versiones más complejas, incluso en modelos especialmente difíciles. Un ejemplo se muestra en la figura 3, donde las alumnas del grupo 1 comienzan la discusión en un nivel 1 del modelo de flotación en términos de fuerzas (azul claro) y a medida que avanza la discusión y gracias a la intervención del profesorado (que reenfoca en el objetivo, introduce ideas nuevas, pide aclarar el modelo, etc.), van sofisticando su modelo hasta llegar a un nivel 4 (azul oscuro).

Conclusiones

En este trabajo se muestra cómo la propuesta didáctica que ofrecemos (ciclo de modelización), que pretende promover tanto una práctica de modelización rica como productiva en el alumnado en formación inicial de maestro de primaria, consigue este doble objetivo. Destacamos así la importancia del diseño a la hora de promover una situación de aula donde el alumnado se involucre en una práctica científica modelizadora y sofistique su modelo de forma autónoma pero guiada y enfocada.

Aun así, se ha visto que las estrategias usadas para promover cada objetivo y los responsables de éstas no son las mismas. Por un lado, es sobre todo el alumnado quien promueve una modelización rica, usando estrategias como buscar la correspondencia entre el modelo y el fenómeno o proponer experimentos mentales. Por otro lado, que el alumnado sea capaz de realizar estas prácticas de modelización interesantes no siempre implica que sea capaz de avanzar hacia versiones más sofisticadas del modelo. En este sentido, vemos que ciertas intervenciones del profesorado (como introducir ideas nuevas o analizar la completitud del modelo), realizadas en el momento adecuado, son clave. Estos resultados están en línea con otras investigaciones que hablan de la importancia del profesorado para ayudar a los alumnos a usar diferentes modelos y negociar sus significados (Harrison & Treagust, 2000) o las preguntas del profesorado como una influencia clave en el proceso de aprendizaje (Louca et al., 2011). Desde nuestro punto de vista, para construir ideas sofisticadas y modelos clave en ciencias, así como para entender la naturaleza del pensamiento científico, no basta con permitir que el alumnado experimente e indague con fenómenos. Si bien el uso de fenómenos paradigmáticos es un ingrediente indispensable (Adúriz-bravo & Izquierdo-aymerich, 2009), vemos que para lograr modelizar el fenómeno, es decir, entender el mecanismo que explica el fenómeno en cuestión, es necesaria la ayuda del experto que enfoca la mirada y aporta ideas nuevas que el alumnado no puede alcanzar por su cuenta.

Referencias bibliográficas

Adúriz-bravo, A., & Izquierdo-aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación En Educación En Ciencias*, *4*(3), 40–49.

Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2011). Engaging Elementary Students in Scientific Modeling: The MoDeLS 5th Grade Approach and Findings. In M. Khine & I. Saleh (Eds.), *Dynamic Modeling: Cognitive Tool for Scientific Enquiry.*

Garrido Espeja, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Grandy, R., & Duschl, R. a. (2007). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science & Education*, *16*(2), 141–166.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1011–1026.

Hernández, M. I., Couso, D., & Pintó, R. (2015). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(2–3), 356–377.

Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, *12*, 27–43.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Louca, L. T., Zacharia, Z. C., & Constantinou, C. P. (2011). In Quest of productive modeling-based learning discourse in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(8), 919–951.

Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza*. Universidad de Almería.

NRC. (2012). *A framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177–196.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., … Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632–654.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, *4*, 71–87.

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). How Novice Science Teachers Appropriate Epistemic Discourses Around Model-Based Inquiry for Use in Classrooms. *Cognition and Instruction*, *26*(3), 310–378.

Prácticas científicas organizadas en indagación sobre flotación para la formación inicial de docentes

Rafael López-Gay, M. Rut Jiménez-Liso, María Martínez-Chico y Estela Giménez

Departamento de Educación. Universidad de Almería

rlucio@ual.es

Resumen:

Se presenta una propuesta de formación inicial para que los futuros docentes reconozcan y justifiquen las prácticas científicas en la enseñanza, y vivan actividades que las incorporen. Las secuencias de enseñanza constan de dos ciclos de indagación: en el primero se expresan y evalúan los modelos iniciales de los futuros docentes, y se obtienen certezas de conocimiento descriptivo que sirven para introducir el modelo científico escolar; en el segundo ciclo se utiliza y evalúa ese modelo. Este esquema se ejemplifica en la secuencia para el aprendizaje sobre la flotación y hundimiento de objetos. Por último, se presentan y analizan algunos resultados relacionados con objetivos de la propuesta de formación.

Palabras clave: Formación inicial; prácticas científicas; indagación; flotación

Introducción: prácticas científicas y enseñanza

Las prácticas científicas, más allá de un mero recurso para motivar, ocupan un lugar clave en las propuestas curriculares desde etapas tempranas, resaltando el valor educativo que supone para todas las personas iniciarse en las formas de mirar, pensar, construir y validar conocimiento que son propias de la ciencia, con la intención de formar ciudadanos racionales y críticos. El aprendizaje de esas prácticas científicas no sólo complementa y da sentido el aprendizaje de concepciones científicas, sino que es un requisito necesario para promover el cambio de concepciones alternativas, ligadas a una epistemología ordinaria, hacia concepciones más científicas.

Para que los estudiantes se familiaricen con la epistemología científica como manera de acercarse a la realidad y comprenderla, las actividades de enseñanza y evaluación deben incorporar tales prácticas (Osborne, 2014). Ello exige que las prácticas científicas sean reconocidas como contenido de la enseñanza, de manera que el tiempo dedicado a ellas no sea considerado como una merma del tiempo dedicado a cubrir otros contenidos del programa. Dicho de otra forma, aunque prácticas e ideas científicas no pueden ni deben estar desligadas, la inclusión de una actividad de enseñanza debe justificarse no sólo por la idea sino también por la práctica que enseña.

Por todo ello, la realización de prácticas científicas debe convertirse en un elemento esencial en la formación de docentes, viviendo en primera persona su importancia en el aprendizaje de las ciencias.

En esta comunicación se presentarán de manera fundamentada los objetivos y la estructura de un programa formativo de futuros docentes en el que las prácticas científicas se organizan en torno a procesos de indagación. En particular, se presentarán las actividades de dos ciclos de

indagación sobre la construcción y evaluación de un modelo sobre la flotación y hundimiento de objetos, así como algunos resultados relacionados con los objetivos de la propuesta.

Prácticas científicas en la formación inicial de docentes

Teniendo en cuenta la importancia de las prácticas científicas, nuestra aspiración como formadores es que los futuros docentes lleguen a incorporarlas de forma sistemática en cuando enseñen a sus estudiantes (Crawford, 2007). Queremos, además, que no lo hagan de forma mecánica y superficial, sino que tengan razones para hacerlo así, de manera que adopten una visión crítica y flexible en el diseño de su propia enseñanza e introduzcan cambios fundamentados a través de su experiencia profesional.

Nuestra experiencia en el diseño de la enseñanza, así como en el trabajo con docentes en activo, nos ha mostrado que no es fácil incorporar las prácticas científicas en la enseñanza y que todavía no disponemos de conocimiento suficiente para traducirlo en indicaciones precisas. ¿Cómo determinar el modelo científico escolar que queremos que los estudiantes aprendan?, ¿cómo seleccionar preguntas que tengan sentido para los estudiantes y resulten eficaces para producir los aprendizajes deseados?, ¿qué dificultades tienen los estudiantes para construir o utilizar un modelo concreto, o para justificar sus respuestas, o para realizar diseños de búsqueda de pruebas?, ¿cuál es la intervención más eficiente para ayudarles a superar esas dificultades? Sabemos, además, que las respuestas a estas preguntas están mediadas por el dominio del contenido científico, las concepciones epistemológicas y las concepciones didácticas, concepciones generalmente implícitas y difíciles de cambiar.

Siendo conscientes de nuestras propias dificultades y las de docentes en activo, es evidente que nuestra aspiración como formadores de futuros docentes no es una meta alcanzable, aunque sí una guía para seleccionar objetivos y actuaciones más realistas. En la primera asignatura de Didáctica de las Ciencias del Grado de Maestro/a en Ed. Primaria nos planteamos los siguientes objetivos con los futuros docentes:

- que reconozcan qué son las prácticas científicas escolares y quieran incorporarlas en su futura enseñanza
- que sepan justificar la incorporación de esas prácticas en la enseñanza
- que identifiquen las actividades de enseñanza que incorporan esas prácticas científicas.

Para alcanzar esos objetivos debemos promover un cambio en nuestros estudiantes: en su actitud y expectativas para aprender ciencias, en su visión de la ciencia y epistemología científica, en la justificación y contenido de la enseñanza obligatoria de las ciencias y en su visión de cómo se aprende ciencia.

Para alcanzar esos objetivos, nuestra propuesta formativa lleva a los futuros docentes a vivir y reflexionar sobre prácticas que aumenten su confianza y seguridad y que puedan trasladar a sus futuras clases en Primaria (Haefner y Zemba-Saul, 2004). La propuesta se organiza en torno a dos tipos de secuencias complementarias: A) secuencias de aprendizaje científico, en las que se aprende ciencia incorporando prácticas científicas, e implícitamente otros aprendizajes propios del siguiente tipo de secuencias; B) secuencias de aprendizaje didáctico y epistemológico, en las que se analiza, valora y justifica las secuencias vividas de tipo A, profundizando en algún aspecto concreto, y se analizan y modifican con criterio diferentes secuencias de enseñanza de Ed. Primaria.

Prácticas científicas de indagación

Nuestras secuencias de enseñanza del tipo A se organizan en torno a dos ciclos de indagación, que también incorporan la argumentación y modelización, saliendo al paso de las críticas realizadas a una visión simplista e ingenua en la que puede derivar –como cualquier otra práctica científica–

la indagación. En esos ciclos, como hemos desarrollado en trabajos anteriores (Martínez-Chico et al., 2017ac), los estudiantes realizan cada actividad en pequeño grupo seguida de una puesta en común. En esas actividades:

- Adelantan su respuesta a una pregunta o problema planteado, expresando y discutiendo las ideas en las que se basan.
- Discuten qué datos o informaciones podrían obtener, y cómo, para contrastar la validez de su respuesta.
- Comunican y discuten sus conclusiones.

Para evitar que la indagación se limite a un experimento para comprobar la respuesta concreta a una pregunta planteada, a modo de adivinanza, resaltamos la importancia de expresar y discutir las ideas subyacentes de manera que las conclusiones se refieren a la validez o no de tales ideas y a un conocimiento científico más general aplicable a muchos otros fenómenos.

El primer ciclo de indagación tiene como objetivo identificar y poner a prueba las ideas dispersas que constituyen el modelo inicial de los estudiantes, así como obtener certezas compartidas sobre un fenómeno concreto, certezas que servirán de base para construir el modelo científico escolar que nos hemos propuesto. El segundo ciclo de indagación está destinado a la evaluación del modelo construido: las hipótesis y las conclusiones, más allá de resultados concretos, deben hacer referencia a las ideas del modelo.

Nuestra decisión de estructurar la formación inicial de docentes en torno a la indagación obedece a varios motivos:

- Las prácticas científicas directamente relacionadas con la indagación son más fácilmente reconocibles por los futuros docentes. Otras prácticas como la argumentación y la modelización pueden reconocerse en análisis más finos.
- Cada una de las actividades que constituyen la secuencia se refiere a una práctica científica, unidas por un hilo conductor: dar respuesta al problema planteado. El resultado son secuencias con una estructura común reconocible, facilitando a los futuros docentes el trabajo de análisis y valoración de las secuencias vividas y de otras secuencias que se les presenten.
- Por último, la relación actividad - práctica científica coloca a la actividad como unidad básica para el diseño de la enseñanza, superando una visión tecnicista y formal del diseño.

Ciclos de indagación sobre flotación y hundimiento de objetos

Hemos diseñado dos ciclos de indagación centrados en la construcción de un modelo sobre la flotación de objetos, un modelo que en realidad es una concreción particular del modelo de fuerzas para explicar y predecir los cambios en el movimiento de los objetos. Describiremos brevemente cada uno de esos ciclos.

El problema planteado en el primer ciclo es: *¿cuánta arena hay que echar en el bote para que ni flote ni se hunda en el agua, es decir, para que se quede totalmente cubierto de agua pero sin tocar el fondo del vaso?, ¿y si en lugar de arena utilizamos otras sustancias?* Aparecen tres tipos de justificaciones en las respuestas: la tendencia del aire a subir impulsa al bote hacia arriba y la tendencia de la arena a bajar lo impulsa hacia abajo; la densidad del bote debe de ser igual que la del agua, aunque no pueden justificar esta regla; el peso empuja al bote hacia abajo y el agua hacia arriba… aunque ignoran el valor del empuje y por tanto no pueden responder. Las conclusiones de la indagación determinan la validez de la justificación basada en la densidad; respecto a las otras, no permiten determinar si son o no válidas o invalidez dada la imprecisión en las respuestas.

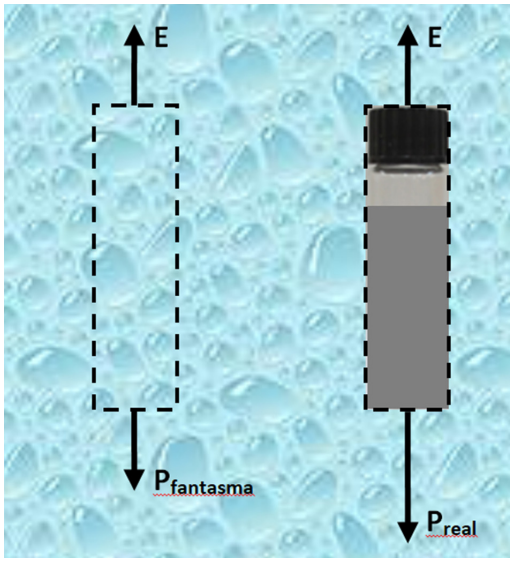


Figura 1. Objeto fantasma y objeto real

El primer ciclo permite compartir una certeza: sea cual sea la sustancia que se eche en el bote, quedará flotando siempre que la masa total sea 28 g, un valor numéricamente igual al volumen del bote: 28 cm^3. Apoyándose en ese resultado y en su idea previamente discutida sobre el posible equilibrio de fuerzas sobre el bote, es fácil introducir el modelo: el agua empuja hacia arriba al objeto igual que empujaba al agua que ocupaba ese lugar antes de introducirlo (y que llamamos "objeto fantasma") (fig. 1). Para reforzar el modelo se asigna a cada grupo de futuros docentes un fenómeno para explicar o predecir: flotación o hundimiento de latas de refresco "normal" y light, de un huevo en buen y mal estado, de un buzo… La comunicación adquiere un valor añadido ya que cada grupo ha abordado un fenómeno distinto.

El segundo ciclo se centra en cuánto se hunden los objetos que flotan. El problema que se plantea es: ¿cuánta *sustancia hay que echar en el vaso de plástico para que se hunda hasta la señal marcada?* (fig. 2). En este caso, las hipótesis y conclusiones han de estar referidas al modelo construido (objeto fantasma).

Figura 2. Para hundir hasta la señal

Por último, se les plantea una nueva indagación para evaluar el modelo construido. Deben argumentar su posición en un debate provocado por una campaña del Gobierno Vasco sobre el impacto de la fusión de los icebergs en el nivel del mar (Villarroel y Zuazagoitia, 2015).

Avance de resultados y conclusiones

El diseño experimental para la evaluación de nuestra propuesta de formación incluye diversos instrumentos ya comentados en anteriores trabajos: cuestionario sobre concepciones didácticas y epistemológicas, respuestas a una actividad pre/post, cuestionarios de autorregulación de conocimientos y uso del conocimiento científico, discusiones audio-grabadas en el proceso de modelización, diarios de clase y entrevistas. (Martínez-Chico et al., 2013, 2017abc).

Teniendo en cuenta los objetivos señalados más arriba, presentaremos un avance de los resultados obtenidos con un cuestionario que nos permite obtener una fotografía del grupo de futuros docentes. En el cuestionario se les presentaba un listado de 33 actividades de las que debían seleccionar las seis que consideraban "más importantes para aprender bien ciencias en Primaria". Hemos clasificado las actividades en tres categorías: las 24 actividades que propusieron los futuros docentes conforman la categoría *otras* actividades, a las que se añadieron 4 actividades *próximas* a la indagación y 5 *genuinas* de indagación (ver algunos enunciados en gráfico 1).

El cuestionario fue pasado a una muestra de 150 estudiantes de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales I (9 ECTS), del 2º curso del Grado de Maestro/a en Ed. Primaria de la U. de Almería, antes y después de vivir la propuesta formativa.

En la tabla 1 se muestran los resultados globales teniendo en cuenta el listado completo de actividades. Para profundizar en la evolución del grupo, centramos la atención en las actividades seleccionadas por al menos el 30% del grupo. Aplicando este criterio las actividades se reducen a 13: 5 de la categoría *otras*, 3 de *próximas* y las 5 de *genuinas* (gráfico 1).

Tabla 1. Evolución en el % de actividades seleccionadas que corresponden a cada categoría

Categoría	Antes	Después
Otras actividades	68%	42%
Actividades próximas a la indagación	20%	23%
Actividades genuinas de indagación	12%	35%

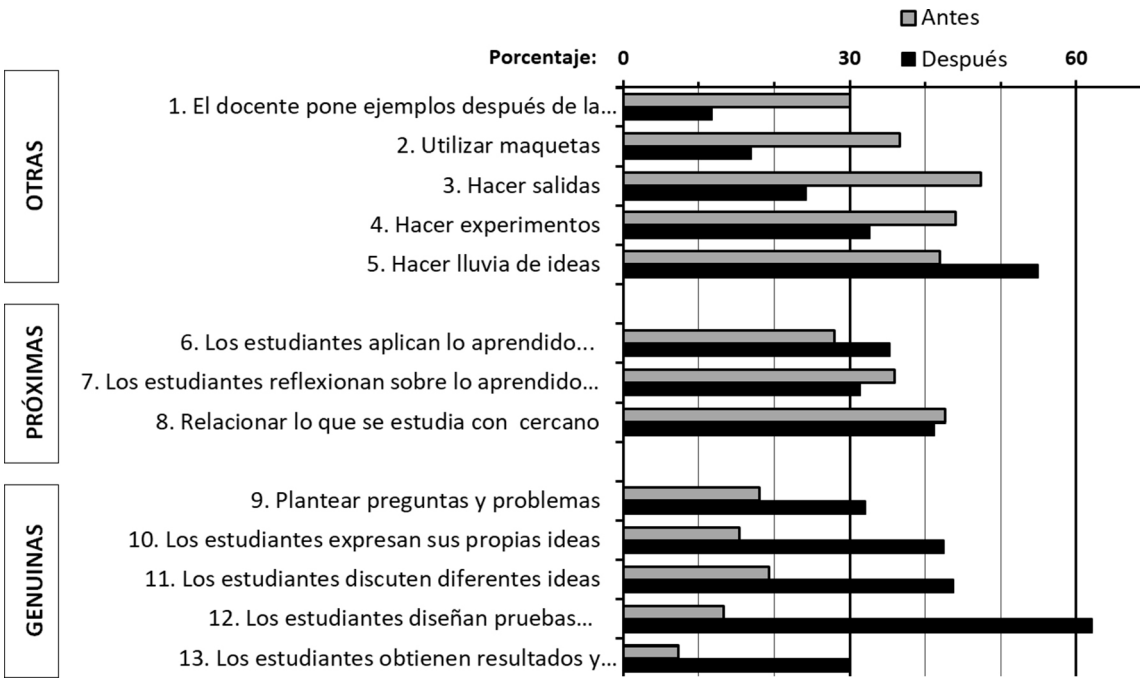


Gráfico 1. Evolución en la selección de las actividades mayoritarias

Los resultados obtenidos muestran una evolución positiva del grupo en cuanto al reconocimiento y valoración de las actividades relacionadas con la indagación, en particular las actividades directamente relacionadas con prácticas científicas que han sido incluidas en la categoría de *genuinas*. Para una correcta valoración debe tenerse en cuenta que gran parte del listado (72%) pertenecía a la categoría *otras* y recogían sus concepciones didácticas iniciales, siempre difíciles de cambiar.

Los resultados que se presentan se refieren al hacer profesional, a las actividades de enseñanza, y van acompañados de un deseo de realizarlas en sus clases que expresan de forma repetida en los diarios de clase. No obstante, somos conscientes de que este conocimiento declarativo y deseo de hacer es sólo un primer paso, y que aún existirán muchos factores posiblemente más determinantes de lo que sea finalmente su práctica profesional.

Referencias bibliográficas

Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(4), 613–642. http://doi.org/10.1002/tea.20157

Haefner, L. A., y Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, *26*(13), 1653–1674.

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. (2013). Does our initial training program for primary teachers really work? Design, implementation and analysis of a questionnaire. Paper presented at *13 ESERA Conference*. Nicosia, Cyprus

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. y Trabalón, M. (2017a). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante indagación y modelización a la competencia para enseñar ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario,* 115–122. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/184704?ln=es

Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez Liso, M. R. (2017b). Prácticas científicas en la formación inicial de maestros: indagación para describir y modelizar. *Enseñanza de las Ciencias, nº extraordinario,* 159–164. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/record/184698?ln=es

Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., López-Gay, R. and Romero, M. (2017c). Inquiry and modeling in pre-service teacher training to improve scientific, epistemic, pedagogical knowledge, and emotional self-regulation. Paper presented at *15 ESERA Conference* (Dublin, Ireland)

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177–196.

Villarroel, J. D. y Zuazagoitia, D. (2015). El impacto de la fusión de los icebergs en el nivel del mar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(1), 178-185. DOI: 10498/16931 http://hdl.handle.net/10498/16931

Promoviendo la apropiación de un modelo de energía en estudiantes a través de la participación en prácticas científicas

Macarena Soto y Digna Couso

Universidad de Santiago de Chile-Universidad Autónoma de Barcelona

macarena.sotoa@usach.cl

Resumen:

Esta comunicación pretende dar a conocer algunos resultados de una investigación realizada en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje de la energía. Se implementa un diseño didáctico modelizador en estudiantes de 4º de ESO. En base a esta experiencia se evidencia una progresión de aprendizaje de los estudiantes desde modelos conceptuales simples a modelos más sofisticados en los que incluían explicaciones con aspectos relacionados a la transferencia, degradación y conservación de la energía. Este estudio incentiva la creación de una secuencia didáctica modelizadora de la energía que se implementa en docentes en formación en el área de Física con la intención de hacerlos partícipes de prácticas científicas, enfoque que se pretende consideren en su futuro quehacer docente.

Palabras clave: Energía, Investigación Basada en el Diseño (DBR), Modelización, Formación inicial docente, Prácticas Científicas, Progresiones de Aprendizaje.

Objetivos

La investigación realizada en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje de la energía tuvo como objetivo analizar la evolución de los modelos conceptuales de estudiantes de 4º de ESO en la implementación de un diseño modelizador y en base a estos resultados refinar un material didáctico en forma iterativa. Los resultados obtenidos inspiraron el diseño e implementación de una secuencia didáctica de modelización para docentes en formación, que potencia el modelo energético propuesto por Ogborn (1986) y expuesto por López y Pintó (2012).

Marco teórico

El concepto de energía es considerado como uno de los más potentes, fructíferos y unificadores de la ciencia (Ogborn, 1986; Solbes y Tarín, 1998), comúnmente utilizado e incluido en todos los currículos de Física de secundaria (Pérez-Landazábal y Varela, 2006). Pero, también es uno de los conceptos científicos más complejos de la Física, con dificultades asociadas tanto al proceso de enseñanza como en el de aprendizaje (López y Pinto, 2012). Su polisemia, las concepciones alternativas presentes en estudiantes y profesores, además de la carencia de recursos didácticos que orienten un modelo energético consensuado, nos hacen pensar en la necesidad de que tanto estudiantes como profesores construyan aspectos de este modelo siendo partícipes de prácticas científicas, como la modelización, ya que a través de ellas aprenden un modelo de ciencia escolar como también aspectos sobre la ciencia (Crujeiras y Jiménez Aleixandre, 2012; Osborne, 2014).

La investigación ha demostrado que los profesores tienden a enseñar más como se aprendió en la escuela y en la universidad que aplicando las ideas aprendidas sobre cómo se debería enseñar (Copello y Sanmartí, 2001), por este motivo, consideramos necesario que los docentes participen en la implementación de secuencias de enseñanza-aprendizaje con el enfoque que se espera que implementen posteriormente. Un material didáctico debería contribuir en que los estudiantes construyan modelos cada vez más sofisticados, dando evidencia de una progresión de aprendizaje. Esta tarea no es sencilla, pero, con un refinamiento del material didáctico en base a los resultados obtenidos, en diferentes momentos de implementación, tal como se hace en la Investigación basada en el Diseño (DBR[1]), es más propenso a cumplir con este objetivo.

Metodología

Contexto de la investigación

Para evidenciar las progresiones de aprendizaje de los estudiantes, analizamos las respuestas de éstos en la implementación de un taller, diseñado para promover la construcción de un modelo de energía. El taller llamado disipación de la energía por rozamiento, es parte del programa REVIR de la Universidad Autónoma de Barcelona. En él los estudiantes analizaron los cambios que experimenta un sistema (una rueda) entre su puesta en movimiento por acción manual y el reposo que se produce al frenarla y propone analizar la cadena de transferencia y disipaciones de energía (López y Pintó, 2012; Soto, Couso, López y Hernández, 2017).

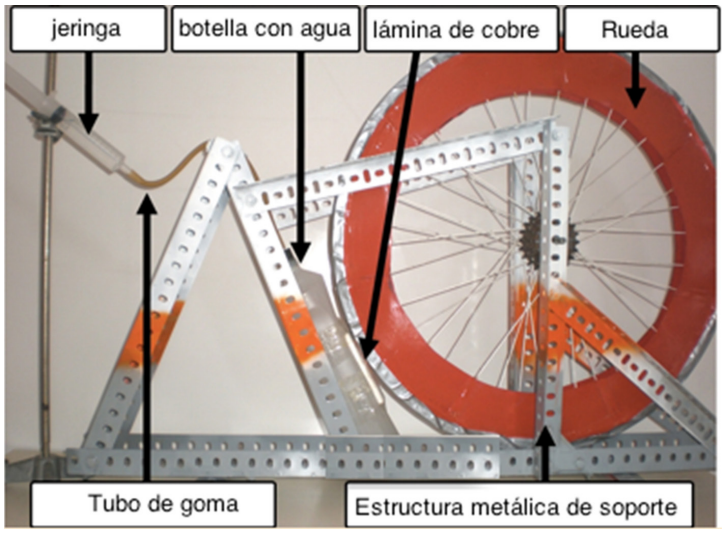


Fig. 1. Montaje sistema de frenado del proyecto REVIR (http://crecim.uab.cat/revir/)

El taller se implementó en tres oportunidades, con la participación total de 68 estudiantes, sin embargo, presentaremos los resultados de la primera implementación en un grupo de 24 estudiantes y la implementación final en un grupo de 18 estudiantes.

Después de cada implementación se llevaron a cabo refinamientos al material didáctico, producto del análisis de las respuestas de los estudiantes y reflexiones de los investigadores. La Investigación Basada en el Diseño (DBRC[2], 2003) permitió fortalecer el material didáctico finalizando con una propuesta didáctica concreta y mejorada.

1 En inglés Design-based research
2 En inglés Design-Based Research Collective

Recogida de datos

Se utilizaron las respuestas de los estudiantes en una pregunta inicial y final. Estas preguntas son distintas pero comparables entre sí, debido a que ambas se enfocan en el análisis del camino de la energía en una cadena de fenómenos. La pregunta inicial se centra en la interpretación de los estudiantes para explicar por qué las ruedas de un coche rally se pueden ver incandescentes al momento de la frenada, mientras que la pregunta final se centra en el fenómeno de calentamiento de una placa de cobre que actúa como freno de una rueda en movimiento (montaje Fig 1.).

Tabla 1. Pregunta inicial y final analizadas

Pregunta inicial	Pregunta final
Explica de dónde proviene y qué camino ha seguido la energía asociada a la luz del disco de frenos, desde que la rueda está en movimiento hasta que el coche está parado y el disco deja de brillar. Menciona el origen de la energía, a dónde va y como se transfiere de un sistema a otro. Puedes ayudarte con un dibujo o un esquema si lo prefieres.	Serías capaz de describir el camino de la energía (desde que hemos puesto la rueda en funcionamiento hasta que el cobre se ha enfriado por completo) Pruébalo!

Análisis de datos

Las respuestas de los estudiantes fueron analizadas de forma cualitativa e interpretativa, a través de categorías que surgen desde de las respuestas de los estudiantes y sugeridas por el modelo de energía expuesto por López y Pintó (2012).

Las categorías menos sofisticadas corresponden a las respuestas de los alumnos que no se realizan explicaciones en términos energéticos, siendo P la categoría para las explicaciones que se centran en procesos, observables u objetos, sin asociarlos a cambios ni a agentes de cambio, y M las explicaciones donde los estudiantes asocian los cambios a un agente mecánico como la fricción. Las categorías (T, WQ0, WQ1, WQ2/WQ3) corresponden a las respuestas de estudiantes que sí incluyen aspectos energéticos, y el orden ascendente corresponde al grado de sofisticación de estas respuestas. Los estudiantes situados en la lógica del estadio T explican en términos de transformaciones entre tipos de energía en lugar de en términos de transferencia, conservación o degradación de la energía. En el estadio WQ0 los estudiantes hablan de la transferencia de energía entre sistemas o partes de un sistema, pero sin mencionar a través de qué mecanismos ocurren dichas transferencias. El estadio WQ1 corresponde a las respuestas donde aparecen los mecanismos de transferencia trabajo y/o calor, y el estadio WQ2/WQ3 corresponde a las respuestas donde, además, aparece la idea de degradación de la energía, y en algún caso puntal, la idea combinada de degradación y conservación.

Realizamos una representación gráfica, inspirada en la lógica de progresiones de aprendizaje de Duschl, Maeng y Sezen (2011), para mostrar la trayectoria de cada uno de los estudiantes y comparar qué sucedía en cada implementación luego de los refinamientos. La evolución de los estudiantes está representada en el esquema con flechas que van desde un estadio inicial, en el que se encuentra al estudiante, hasta un estadio en el que se sitúa al finalizar la implementación. Las flechas que se mantienen en un mismo lugar, representan a estudiantes que se mantuvieron en un mismo estadio.

Resultados

La siguiente figura representa los estadios del modelo energético con la respectiva evolución de los modelos conceptuales de cada estudiante, en la implementación inicial y final de los dos grupos estudiantes de 4º de ESO (Figura 2).

Comparando la primera y tercera implementación se pudo apreciar que en la primera ningún estudiante se apropia de un modelo altamente sofisticado, en términos de las ideas de degradación y conservación de la energía, mientras esto sí sucede en la tercera implementación.

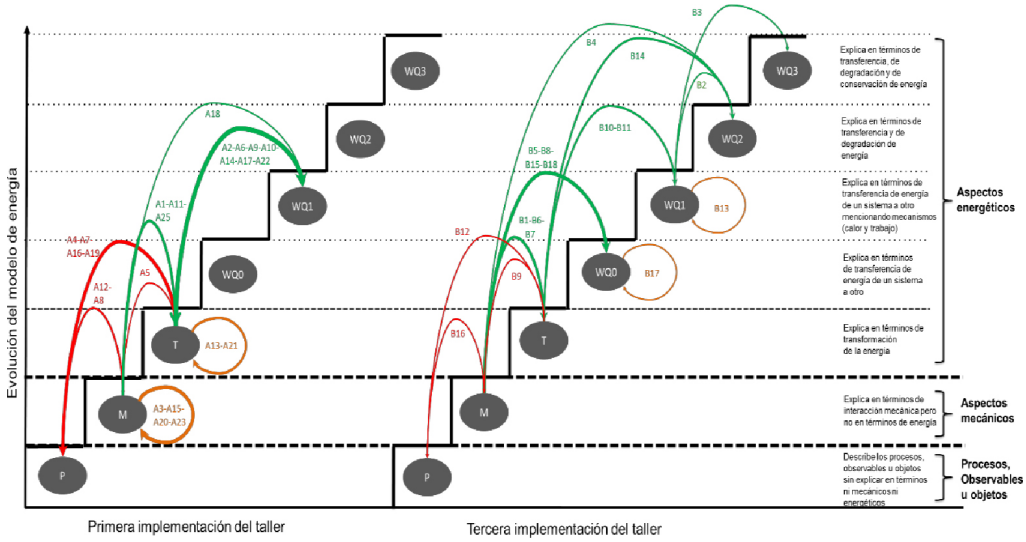


Fig. 2. A la izquierda implementación inicial y a la derecha implementación final

En la primera implementación un 54% de los estudiantes supera la principal frontera perseguida con la práctica, pasando de no usar un modelo de energía para explicar fenómenos del mundo a usarlo. Por otro lado, un 33,3% realiza explicaciones utilizando ideas relacionadas con la transferencia energía, mientras que el resto de los estudiantes dan evidencia de la dificultad de superar una visión de transformación de la energía no logrando acceder a modelos más sofisticados. En esta implementación no existen estudiantes que accedan a modelos que incluyan las ideas de degradación y conservación de la energía, hecho que se asocia a la carencia de preguntas o actividades que permitan fortalecer estas ideas en la versión inicial del material didáctico y que motivan refinamientos para una nueva versión.

En el caso de la tercera implementación el resultado más relevante es que prácticamente todos los alumnos finalizan la práctica hablando en términos de energía (84%) y hasta un 67% supera la dificultad de explicar los fenómenos en términos de transformación pasando a utilizar las nociones de transferencia, conservación y degradación de la energía.

Es evidente observar que las mejoras en el diseño repercuten directamente en los resultados. Mejorando de forma iterativa un diseño, los estudiantes pueden llegar a ideas sofisticadas, sin embargo, somos conscientes de las limitaciones de este estudio, como por ejemplo centrarse en el análisis de un taller y no de una unidad didáctica completa.

Por este motivo, decidimos diseñar de una secuencia didáctica más larga, que permitiera a los estudiantes construir un modelo energético más amplio y sólido, pero esta vez con la intención de ser aplicado en una muestra de profesores de Física en formación inicial, considerando que investigaciones dan a conocer la presencia de ideas alternativas en torno a la conservación y degradación de la energía presentes incluso en profesores en ejercicio.

Tabla 2. Ejemplo de la evolución de un estudiante

Estadio inicial	Estadio final
"La gasolina es la fuerza motriz que le da energía al motor: energía cinética, velocidad y aceleración, la fuerza de roce al frenar el pedal y rozar con el disco genera luz y calentamiento (energía lumínica y calorífica), el calentamiento se disipa en el aire".	*"Partimos del brazo, (energía muy útil) que hace que se mueva la rueda por trabajo, transmitiendo energía cinética, pero una parte se pierde en el ambiente a través de calor. Esta energía (menos útil) a través de la fricción pasa a ser energía calorífica de la placa de cobre, pero pierde una parte más en el ambiente en forma de calor. A medida que la placa de cobre está en contacto con el aire se enfría, transfiriendo calor al ambiente (energía totalmente inútil)".*

Análisis de datos Propuesta didáctica para formación inicial docente

Se diseñó una secuencia didáctica en base al modelo energético de Ogborn (1986) y expuesto por López y Pintó (2012) utilizando el ciclo de modelización propuesto por Garrido (2016). Este ciclo está compuesto por seis fases y cuatro diseños didácticos, tal como se muestra en la siguiente figura:

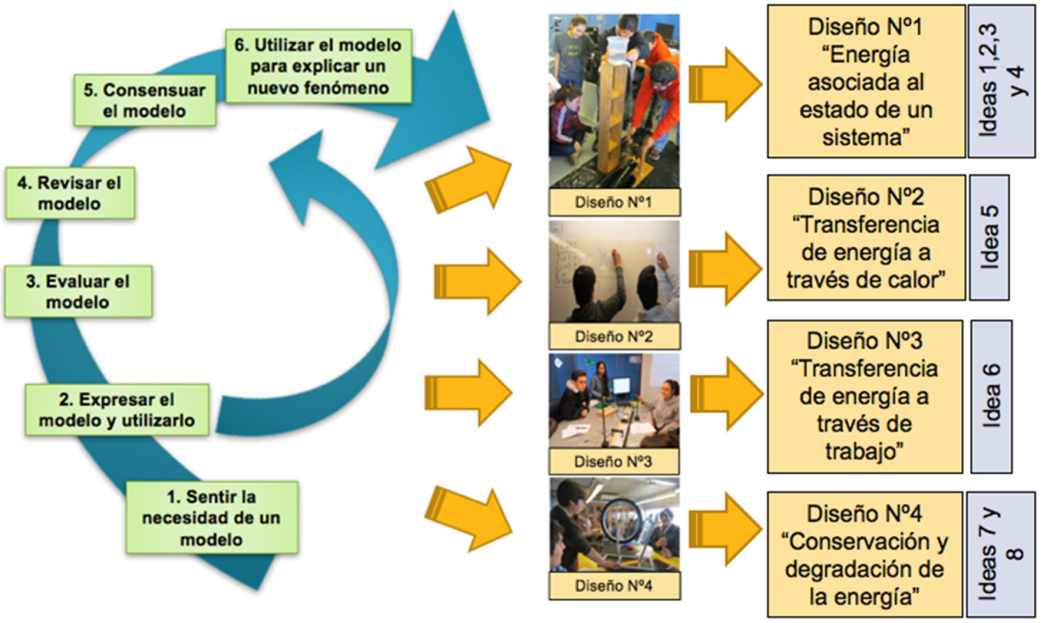


Fig. 3. Ciclo de modelización en base a Garrido (2016)

La unidad didáctica pretende construir un modelo de energía en base al análisis de fenómenos cotidianos como: el uso de energías renovables; la aislación de los alimentos en un bolso térmico; colisiones elásticas e inelásticas y el sistema de frenado de los automóviles.

La intención es que los futuros profesores construyan las ideas siendo participes de prácticas científicas que les permitirán adquirir estrategias didácticas para su próximo ejercicio. Las ideas del modelo conceptual de energía que se potenciaron en la secuencia son:

1. La energía está asociada a la configuración de un sistema, a su estado. Cuando varía el estado de un sistema, varía la energía que le asociamos.
2. No podemos medir el valor absoluto de la energía. Solo podemos medir las variaciones de energía a partir de los cambios que experimenta un sistema.
3. Solo existen dos tipos de energía: la cinética y la potencial. Podríamos mencionar una tercera, que resulta ser la combinación de ambas: interna.
4. Existe transferencia de energía entre sistemas, o entre partes del sistema, asociados a los cambios que experimentan los sistemas.
5. El calor es el mecanismo de transferencia de energía en el que interactúan cuerpos que se encuentran a diferente temperatura.
6. El trabajo es el mecanismo de transferencia de energía en el que interviene una fuerza que genera un desplazamiento o deformación de un cuerpo.
7. La energía se degrada a medida que un sistema va perdiendo capacidad para generar nuevos cambios. Cuando la energía se degrada, disponemos de menor energía útil a lo largo de la cadena y los cambios que se pueden ir generando son de menor calidad.

8. La energía se conserva en los sistemas aislados y se disipa en los sistemas no aislados, de manera que la energía que gana o pierde un sistema siempre corresponde a la pérdida o ganancia de energía de otro sistema o del entorno.

En este momento se están analizando las progresiones de aprendizaje de estos futuros maestros, para identificar las fronteras de aprendizaje que logran cruzar y plantearnos desafíos para una construcción adecuada de estas ideas.

Conclusiones

Esta investigación aportó con la creación de una progresión de aprendizaje empírica que nos permitió identificar el proceso de construcción del modelo conceptual de energía de dos grupos de estudiantes y en base a estos resultados mejorar un diseño didáctico. Se puede observar que las mejoras en el diseño producen evolución en los estadios del modelo de energía que usan los estudiantes para interpretar, explicar o actuar sobre el fenómeno: más estudiantes suben más niveles y sobre todo menos estudiantes bajan de nivel. El diseño didáctico final no puede garantizar ser efectivo en cualquier contexto, pero ha demostrado empíricamente un potencial didáctico importante y por ello es de esperar que, con pequeñas adaptaciones, según el contexto, produzca resultados similares. Destacamos la importancia de someter las innovaciones didácticas en el marco del paradigma DBR, ya que de este modo podemos asumir que un diseño aporta desde resultados concretos y no solo desde la intuición.

Referencias bibliográficas

Copello Levy, M. I., y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de Ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, *19*(2), 269-283.

Crujeiras, B., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, *72*, 12-19.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, *32*(1), 5-8.

Duschl, R., Maeng, S., y Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, *47*(2), 123-182.

Garrido, A. (2016). *La modelización y modelos en la formación inicial de maestros de primaria desde la perspectiva de la práctica científica.* Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

López, V. y Pintó, R. (2012). Ensenyar energia a secundària. *Revista recursos de física*, n.9, p.1-21

Ogborn, J. (1986). Energy and Fuel: The Meaning of "The Go of Things". *School Science Review*, *68*(242), 30-35.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177-196.

Pérez-Landazábal, M., y Varela Nieto, M. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía.

Solbes, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las ciencias, 16*(3), 387-397.

Soto, M., Couso, D., López, V. y Hernández, M.I. (2017). Promoviendo la apropiación del modelo de energía en estudiantes de 4.o de ESO a través del diseño didáctico. Ápice. Revista de Educación Científica, 1(1), 90-106. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2003

El modelo cinético-corpuscular y las prácticas científicas: una propuesta basada en la dilatación térmica

Maria Roser Nebot y Conxita Márquez

Grupo LIEC. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universitat Autònoma de Barcelona

mrnebot@gmail.com

Resumen:

Se han analizado dibujos y explicaciones de fenómenos de dilatación térmica, basados en el modelo cinético-corpuscular, de 85 alumnos de 1º de ESO. En dos grupos la profesora es experta y en otros dos es novel. Se diseñaron actividades para introducir al alumnado en el uso y revisión de modelos y la modelización, a partir de prácticas y trabajo cooperativo. El alumnado debía explicar a nivel escrito y dibujar a nivel micro diferentes fenómenos. Se detectaron distintos niveles de desempeño en las explicaciones, siendo mejores las del alumnado de la profesora experimentada. Los grupos de la profesora novel mostraron dificultades en la causalidad de las ideas sobre energía cinética. En los dibujos, hubo más dificultades en hacerlos que en explicar lo observado en dibujos impresos, especialmente en alumnado de la profesora novel. Es un estudio lineal que continuará durante el curso.

Palabras clave: modelización; modelo cinético-corpuscular; prácticas científicas; explicaciones y prácticas de laboratorio.

Objetivos

Se analiza el uso del modelo cinético-corpuscular en dibujos, descripciones y explicaciones de fenómenos de dilatación térmica observados en el laboratorio y en preguntas de aplicación en respuestas de un examen de alumnado de 1º de ESO. En los dibujos se analiza la precisión de los elaborados por los alumnos y el grado de reconocimiento de las propiedades de las partículas en dibujos proporcionados. En descripciones y explicaciones se registra la completitud y nivel de expresión de ideas clave, elaboradas y consensuadas con el alumnado, a partir de explicaciones de las profesoras, observaciones de las prácticas de laboratorio y un trabajo en grupo cooperativo hecho en clase. Los objetivos son:

1. Analizar las ideas clave que aparecen en dibujos, descripciones y explicaciones que hacen los alumnos al responder preguntas de un examen sobre fenómenos de dilatación térmica, a partir de identificar las ideas clave que utilizan.
2. Analizar la aplicación de las ideas clave en explicaciones de fenómenos cotidianos de dilatación térmica no estudiados en clase.

Marco teórico

El estudio se fundamenta en los campos teóricos sobre prácticas científicas, concretamente en el trabajo con modelos y la modelización y la elaboración de dibujos y explicaciones científicas.

La introducción del modelo cinético-corpuscular de la materia suele realizarse con la descripción de la separación y movimiento de las partículas (sin distinguir entre átomos y moléculas) en

sólidos, líquidos y gases, sin enmarcarlo en una substancia ni en los cambios de estado (Johnson y Papageorgiou, 2010). Esta aproximación quizás no se ha mostrado eficaz porqué es estática, ya que se trabaja a partir de dibujos y listas de propiedades. En nuestra propuesta, la introducción del modelo se realiza observando cambios de tres substancias (un sólido, un líquido y un gas) durante la dilatación. Los estados se presentan dinámicos, porque se observan cambios de volumen sin cambiar de estado. Más adelante también se verá el dinamismo de los cambios de estado, vistos como un contínuum, como un proceso, no como cambios bruscos.

Primero nos centramos en la descripción de los procesos, en términos de propiedades al nivel que denominamos "macro" (Smith et al., 2006), para continuar con una visión a la que denominamos "micro", que se concreta en un conjunto de ideas del modelo cinético-corpuscular. Pensamos que de este modo se aprenda a mirar lo que ocurre en el mundo a nivel interpretativo, imaginando cómo suceden los cambios.

Prácticas científicas

Los NGSS (2013) propugnan trabajar desde la perspectiva de la indagación, modelización y argumentación e incluyen hacer preguntas, analizar e interpretar datos, elaborar explicaciones y planificar e implementar investigaciones. De este modo la construcción de las ideas científicas en el aula se asemeja a la manera que lo hace la ciencia. Así, los estudiantes se involucran en actividades que permiten construir, profundizar y aplicar su conocimiento de las ideas clave.

El modelo cognitivo de ciencia escolar (Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009) entronca con esta propuesta, ya que considera que el alumno es un científico escolar y las actividades deben ser diseñadas de manera que se aprendan y se apliquen las prácticas de los científicos.

Nuestra propuesta se inicia con la dilatación térmica, pero es el preludio de una progresión en el refinamiento del modelo y de la adquisición de nuevos modelos, que deben integrarse y diferenciarse respecto a los ya existentes, para intentar conseguir una visión científica del mundo que nos rodea.

Metodología

Participantes

El trabajo se ha realizado con 85 alumnos de 1º de la ESO del curso 2017-18, de cuatro grupos-clase de agrupación heterogénea, del Instituto Manuel Blancafort de La Garriga, un municipio de unos 15.000 habitantes de la provincia de Barcelona. Imparten las clases dos profesoras, una novel y una experimentada, que elaboró los materiales didácticos implementados junto con la investigadora. Cada profesora imparte clase en dos grupos. Trabajan en equipo y en contacto con la investigadora.

Actividades

Se inician con prácticas de dilatación térmica de una bola metálica, de un líquido introducido en un matraz con una pipeta de diámetro reducido en el extremo superior, y del aire de un matraz y de un globo encajado en su extremo. Previamente se trabajan los requisitos de una buena explicación científica y se consensuan las ideas clave de la dilatación térmica.

En un trabajo en grupos de tres alumnos, cada uno explica la dilatación de uno de los estados y hace un dibujo a nivel micro, mostrando la separación y movimiento de las partículas. En una puesta en común se comenta el uso de las ideas clave en los dibujos y explicaciones. Para acabar, los miembros de cada grupo comparten sus trabajos, hacen correcciones y escriben juntos las semejanzas y diferencias de los tres procesos, y elaboran un póster.

En el examen hay distintas tipologías de preguntas, unas más concretas en las que los alumnos deben reconocer la posición y movimiento diferencial de las partículas en dibujos de objetos o

hacer descripciones, otras que llevan a hacer dibujos o explicaciones de los resultados de las prácticas y, finalmente, unas preguntas de aplicación.

Durante el curso se aplicará lo aprendido en el ciclo del agua y en explicaciones sobre adaptaciones de los animales a la temperatura.

Instrumento de análisis

A partir de los exámenes, se ha estudiado el uso de ideas del modelo cinético-corpuscular en dibujos y respuestas escritas. Se ha registrado la precisión de los dibujos y si el alumnado sólo describe o explica el fenómeno, incluyendo alguna, muchas o todas las ideas clave (Tabla 1). Se ha considerado una buena descripción aquella que incluye la Idea 1 y una buena explicación aquella que incluye todas las ideas en un orden causal adecuado y sin errores.

Tabla 1. Ideas clave que deben expresar los dibujos y explicaciones sobre dilatación térmica en las substancias (elaboración propia)

Idea 1.- Relación entre los cambios de temperatura y de volumen de una substancia (macro).
Idea 2.- Separación diferencial de partículas en sólidos, líquidos y gases.
Idea 3.- Movimiento diferencial de partículas en sólidos, líquidos y gases.
Idea 4.- Relación entre calor y movimiento (vibración, choques) de las partículas de una substancia.
Idea 5.- Cambios en la energía cinética de las partículas de una substancia como resultado de transferencia de calor.
Idea 6.- Relación de los cambios de energía cinética (movimiento y separación diferencial de las partículas) con los de volumen de la substancia y como determinantes de los cambios de temperatura.

Resultados y discusión

A continuación, mostramos algunos de los datos obtenidos, separados en dos apartados: dibujos a nivel micro, y descripciones y explicaciones.

Dibujos a nivel micro

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis de los dibujos en los que los alumnos tenían que dibujar la separación y movimiento diferencial de las partículas de 6 objetos en diferentes estados: agua del grifo, pirita, helio de un globo, gas de un globo aerostático, un vaso de plástico y zumo de naranja.

Tabla 2. Utilización de las ideas clave en dibujos micro de fenómenos de dilatación térmica. (En negrita los resultados de las clases de la profesora con experiencia)

Ítems	Resultado	Nº alumnos por clase y totales	% de los 85 alumnos	
Separación diferencial de partículas en SLG	No o incongruencias	**8+3**+2+4 = 17	20%	
	Sí: S,L,G	**17+20**+14+17 = 68	80%	
Movimiento diferencial de partículas SLG	No o incongruencias	**6+5**+16+19 = 46	54,1%	
	Sí: G	**12+9**+0+0 = 21	24,7%	45,9%
	Sí: LG	**3+8**+0+2 = 13	15,3%	
	Sí: SLG	**4+1**+0+0 = 5	5,9%	

En los dibujos de dilatación térmica de un gas, el 60% del alumnado expresó de manera correcta la separación de las partículas de los globos (hinchado y deshinchado) y el 47% de los alumnos dibujó correctamente el movimiento diferencial, siendo el 41% alumnado de la profesora experimentada y sólo el 6% de la profesora novel.

Un 74% del alumnado interpretó de manera correcta dos dibujos proporcionados de un mismo objeto con separación y movimiento diferencial de partículas a causa del aumento de temperatura. El alumnado de la profesora con experiencia superó en un 22% al de la novel.

Descripciones y explicaciones

En la dilatación de la bola de metal (Tabla 3) se les pedía la descripción y la explicación del fenómeno. La mayoría del alumnado (89,5%) realizó la descripción de lo que se observó, incluyendo el 69,8% la relación entre los de cambios de temperatura y de volumen y su correlación (Idea 1). En las explicaciones, el 89,5% del alumnado incluyó alguna de las ideas de la dilatación térmica, aunque sólo el 39,5% las usó todas, siendo casi el doble el número de alumnos de la profesora experimentada.

Tabla 3. Utilización de ideas clave en la descripción y explicación de la dilatación de un sólido

Ítems	Resultado	% alumnos	
Descripción de los procesos: dilatación de un solido (nivel macro)	No describen	10,5	
	Sólo descripción	19,7	
	Incluyen Idea 1	69,8	
Explicación de los procesos: dilatación de un solido (nivel micro)	No explican	10,5	
	Algunas ideas clave	50	89,5
	Todas las ideas clave	39,5	

En la explicación de la dilatación de un gas el 56% de los alumnos de la profesora con experiencia tuvo respuestas adecuadas, pero en los grupos de la profesora novel sólo el 15% realizó explicaciones usando todas las ideas. El problema principal en estos grupos se centra en la energía cinética, porqué si no la tuviéramos en cuenta, el 55% de los alumnos de la profesora novel tendría respuestas correctas, número muy similar al de las clases de la otra profesora.

Si comparamos los resultados de la dilatación de la bola metálica vemos que son inferiores a los del globo. Como pasa en los dibujos, la visión dinámica de las partículas se asoció mucho más a los gases que a los sólidos.

En una de las preguntas de aplicación tenían que explicar cómo marcaba un termómetro la fiebre de un niño y en otra tenían que explicar una situación que les hubiera ocurrido en su vida cotidiana relacionada con la dilatación térmica. El porcentaje de alumnos que lo explicó de manera completa y coherente es mucho menor que en otras preguntas (alrededor del 30% en la primera y del 20% en la segunda). Como dato a destacar, el 26% del alumnado de la profesora novel explicó de manera adecuada, y en ocasiones extensa, algún fenómeno de su vida personal; en cambio sólo un 6% del alumnado de la profesora experimentada lo hizo.

Conclusiones

Reconocer o representar la naturaleza discreta de la materia y la separación diferencial de las partículas en dibujos a nivel micro no presentó dificultades para la mayoría de los alumnos, pero sí las hubo en la representación del movimiento diferencial. Las demandas de un dibujo y

un texto escrito no son las mismas, ya que se trata de dos modos comunicativos distintos. En el escrito puedes decir que las partículas se mueven más o menos, pero en el dibujo es necesaria una simbología que lo muestre.

Parece que el problema en las clases de la profesora novel se encuentra la simbología, porqué muchos alumnos que incluyen el movimiento en sus explicaciones no lo dibujan. En las clases de la profesora con experiencia, se ha interiorizado la simbología, pero el dinamismo asociado a las partículas de los sólidos fue expresado por muy pocos. Esto contrasta con el hecho de que la mayoría del alumnado supo interpretar el movimiento de las partículas de una bola metálica en un dibujo proporcionado. Proponemos trabajar con más dibujos ya hechos para ayudar a los alumnos a poder plasmar en uno personal como se imaginan que se mueven las partículas.

Muchas descripciones incluyeron causalidad, hecho que consideramos positivo. Teniendo en cuenta que ésta era la primera ocasión en que el alumnado trabajaba con el modelo, consideramos que las actividades les han ayudado a iniciarse en la diferenciación de "lo que pasa" y "por qué pasa", y en la utilización de ideas relacionadas con las propiedades de las partículas para interpretar fenómenos.

El número de alumnos que usó todas las ideas en sus explicaciones no es elevado, pero sí lo es la cantidad de aquellos que usaron algunas o muchas de ellas, hecho que muestra que se han introducido en la visión micro. Deberemos esperar a los siguientes resultados para ver si las explicaciones van mejorando y si aumenta el alumnado capaz de responder de manera adecuada a las preguntas de aplicación, siempre más difíciles de resolver.

Diversos estudios indican que los conceptos estudiados llevan asociadas muchas concepciones alternativas que son difíciles de superar. Es por ello que las ideas se irán revisando y completando para mejorar las producciones, a medida que se adquieran nuevos conocimientos a lo largo del curso. Lo que es importante es detectar las dificultades para ir rediseñando las actividades y adecuarlas a las características y progresión del alumnado.

La investigadora y la profesora experimentada llevan tiempo reflexionando sobre el trabajo con prácticas científicas. La profesora con menos experiencia se acaba de incorporar al equipo y no había trabajado con la metodología empleada y, por tanto, debe aprender también a implementarla con el alumnado.

Las profesoras deben revisar los resultados, junto con el alumnado, para detectar las actividades que actuaron de andamiaje y favorecieron la integración de lo estudiado, y hacer las modificaciones necesarias en los siguientes temas, para mejorar su metodología y las producciones del alumnado, porqué las prácticas científicas deben trabajarse a largo plazo, no podemos esperar que se aprendan de manera inmediata (Krajcik y Merrit, 2012).

Agradecimientos

A Elena Gayán Rico y Roser Pratdesaba Moreno, las profesoras participantes.

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

Referencias bibliográficas

Achieve (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerch, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, Año 4 (3),* 40-49.

Johnson, Ph., y Papageorgiou, G (2010). Rethinking the Introduction of Particle Theory: A Substance-Based Framework. *Journal of Research in Science Teaching, 47(2)*, 130-150.

Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic-molecular theory. Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective, 4(1-2), 1–98.

Simposio 2

Investigación sobre la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en diferentes Universidades Nacionales de la República Argentina

Héctor Odetti
(coord.)

El presente Simposio se propone analizar propuestas de investigación realizadas por diferentes grupos de las Universidades Nacionales (UUNN) de Misiones (UNaM), Litoral (UNL), Rosario (UNR), Buenos Aires (UBA) y Sur (UNS), de la República Argentina. Las mismas indagan sobre los procesos que facilitan u obstaculizan la enseñanza de las Ciencias Experimentales y la vinculación entre la formación académica y el desarrollo profesional docente. Procura sistematizar información de proyectos de investigación aprobados y subsidiados y espera ser un espacio de diálogo para el análisis y la superación de algunas problemáticas comunes en relación con la enseñanza de la Química y la Biología y contribuir así con el diseño y mejora de los proyectos curriculares. El mismo se inscribe en el PICT N.º 0216-0594 denominado *"Investigación de propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles del sistema educativo",* cuyo problema a investigar presupone que en numerosas oportunidades el conocimiento científico se presenta en las aulas de manera arbitraria, acrítica y desarticulada de la realidad, lo cual tiene profundas implicancias en los procesos de enseñanza de las Ciencias Experimentales. Dos trabajos (UNaM / UNL-UBA)) miran / observan las clases de laboratorio de Química, en donde el Conocimiento Didáctico del Contenido es el sustento y la heurística de las investigaciones realizadas; otras dos, una en Química (UNS) y otra en Biología (UNL) analizan la influencia de las Tecnologías de la Información sobre la enseñanza de asignaturas específicas y, el último trabajo (UNR) propone una forma diferente de abordar la enseñanza de la última asignatura denominada "Residencia" del Profesorado de Química.

Mediante este estudio de casos se busca entender la complejidad de lo particular y comprenderlo en sus circunstancias. El cometido real del estudio de casos es la particularización, no la generalización. Se toma un caso particular y se llega a conocerlo bien, y no para ver en qué se diferencia de los otros, sino para ver qué hace (Stake, 2007). Se pretende así que los casos seleccionados para este Simposio constituyan valiosas unidades de observación y reflexión en torno al eje temático 3, sin aspirar por ello a la realización de un análisis comparativo pues esta perspectiva implicaría otros recorridos teóricos y metodológicos. Los trabajos presentados son apenas una muestra de los tantos relacionados con la investigación en la enseñanza de las Ciencias Experimentales de la República Argentina, destacando que la misma ha crecido de manera significativa durante las últimas dos décadas atendiendo a nuestras propias circunstancias y realidades, a las características particulares del Sistema Educativo Argentino, a los perfiles de estudiantes y profesores, pero siempre con una mirada amplia que considera la enseñanza de las ciencias desde el nivel inicial hasta el superior como una oportunidad de formación e inclusión social.

Referencia Bibliográfica

Stake, R (2007). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata

Una mirada a las clases experimentales de Química

Miriam G. Acuña; Griselda M. Marchak; Gladis E. Medina; Alicia J. Baumann

Didáctica de las ciencias experimentales, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones

macuna@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen:

Este trabajo analiza las observaciones de clases prácticas de laboratorio de Química en la Universidad Nacional de Misiones (Argentina) en carreras donde la mencionada ciencia es central en la formación profesional. Se observan, describen y comparan las interacciones entre docentes y estudiantes durante clases prácticas de laboratorio con el objetivo de analizar sistémicamente el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de los docentes. En ese sentido, se observó que el CDC es rudimentario y complementa al análisis previamente efectuado sobre el material didáctico donde se encontró que las experiencias realizadas no posibilitan a los estudiantes alcanzar una comprensión genuina de los contenidos desarrollados. Una cantidad considerable de alumnos desconocen la potencialidad de involucrarse y participar activamente de la clase. Se considera que tanto profesores, estudiantes, material didáctico y experiencias necesitan alcanzar el equilibrio para lograr que los conocimientos adquiridos puedan ser transferidos a contextos reales.

Palabras claves: prácticos de laboratorio, Química, material didáctico, aprendizaje.

Introducción

En la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (FCEQyN) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) de la República Argentina a partir del año 2011 se inició la investigación perteneciente al campo de la didáctica de las ciencias experimentales. Durante el trayecto investigativo se abordó el estudio de las causas posibles de las dificultades de los estudiantes para insertarse y permanecer estudiando las carreras que se dictan en la facultad. Además, se indagaron, por un lado, los procesos personales de aprendizaje de los estudiantes, y por otro, las prácticas docentes.

Entre los principales resultados se observó que para favorecer un aprendizaje competente resulta necesario diseñar nuevas estrategias de enseñanza facilitadoras de la utilización de los saberes en contextos cambiantes, en los que se van insertando los estudiantes. Para iniciar el cambio, que supone otorgar importancia tanto al dominio de la dimensión pedagógica como a la disciplinar, se debería promover el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de los profesores (Garritz, Daza y Lorenzo, 2014; Lorenzo, 2017).

Revisando la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel universitario surge la necesidad de analizar los materiales didácticos y especialmente aquellos que se utilizan en las clases experimentales. La literatura sobre los trabajos prácticos (Barberá y Valdés, 1996; Siso Pavón, Briceño Soto, Álvarez Prieto y Arana Araque, 2009; Flores, Caballero Sahelices y Moreira, 2009; López Rua y Tamayo Alzate, 2012; Pérez Gonçalves y Marques, 2013) muestra que no existe un acuerdo sobre los objetivos más adecuados para el entorno de aprendizaje del laboratorio. En

ese sentido, la discusión abarca desde la metodología hasta los propósitos que rigen el trabajo experimental. Acuña, Marchak, Sosa, Medina, Baumann y Lorenzo, (2017) proponen mejorar las habilidades prácticas de los estudiantes en términos de objetivos y propósitos; favorecer la comprensión de los conceptos específicos disciplinares; desarrollar la habilidad de resolver problemas; adquirir destreza en el manejo del equipamiento y mejorar la comunicación entre el docente y sus estudiantes.

Si bien, se considera al laboratorio como una parte importante de la formación en carreras de ciencias experimentales, sin embargo, a pesar de los grandes adelantos de la química, la ciencia enseñada tanto en las escuelas como en gran parte de las carreras universitarias, permanece prácticamente sin variaciones desde el siglo pasado. Parece difícil ensamblar los avances en el campo científico con el trabajo áulico y con las prácticas de laboratorio (Lorenzo, 2017).

De hecho, en la mayor parte de las facultades de química, perdura la división de las actividades en teóricas (conferencias, clases magistrales), resolución de problemas (coloquios) y prácticas de laboratorio, y los docentes encuentran dificultades en la articulación de estas actividades. Las críticas apuntan a que generalmente las clases experimentales están saturadas de información conceptual y procedimental, se especifican abundantes instrucciones y los docentes enfatizan en las respuestas correctas (Siso Pavón et al., 2009; Acuña et al., 2017). En el laboratorio se tiende a la verificación de datos conocidos y/o a la ejecución de instrucciones, lo cual demanda a los estudiantes escasa responsabilidad sobre sus aprendizajes y poco desarrollo del pensamiento autónomo (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016).

Acuña et al. (2017) realizaron el análisis comparativo del material didáctico de experiencias de laboratorio de química y sugirieron complementar con procedimientos de análisis del discurso, puesto que “El análisis del discurso es una herramienta potente que permite detectar las diferentes manifestaciones de secuenciación de los temas y ritmos individuales de los docentes” (Garritz et al. p. 334, 2014).

Para analizar el CDC de un modo sistémico: la observación de clase se constituye en una herramienta genuina para brindarnos testimonio cierto sobre el proceso de educación en su ambiente original, (Geelan, 2017). De manera que la observación de las clases experimentales permite documentar los modos en que los docentes organizan y presentan los temas, comunican a sus estudiantes, consideran las interrelaciones durante el desarrollo de las actividades de laboratorio, en un contexto que tiene en cuenta la infraestructura disponible y la cantidad de docentes involucrados. Lorenzo (2017, p. 260) expresa que: “Sin excepción, el camino que se recorre por las aulas universitarias ofrece una experiencia única de aprendizaje que transforma al sujeto que lo transita de una manera permanente. Contribuir en cada uno de los recorridos individuales a fin de promover las mejores experiencias de aprendizaje y de desarrollo humano y profesional es el gran desafío de la universidad de estos tiempos".

El objetivo de esta investigación es analizar sistémicamente el CDC de los docentes y la actitud de los estudiantes mediante la observación no participante en las clases de actividades prácticas de química.

Metodología

Para analizar la interacción entre docentes y estudiantes, previa autorización de los profesores a cargo y acuerdo con los responsables de la clase, se observó una clase experimental de laboratorio de química para cada una de las asignaturas presentadas en figura 1. La selección de las clases fue al azar. Los registros se realizan en papel siguiendo la adaptación de los cuestionarios estandarizados en López Rua y Tamayo Alzate (2012), figura 2 y 3. Se solicitó información complementaria sobre la formación pedagógica de los docentes.

	Asignatura	Año	Carreras
1	Química General	1	BI, FA, IQ, IA, LG, LAQyB, PB, TUCyP
2	Química Inorgánica	1	BI, FA, , IQ, IA, LAQyB,
3	Química Orgánica	1	LG, PB
4	Química Biológica	2	
5	Química Orgánica	2	IQ, IA
6	Química Orgánica I	2	BI, FA,
7	Química Orgánica II	2	
8	Química Analítica General	2	
9	Química Biológica I	2	
10	Química Analítica General	2	LAQyB
11	Química Biológica II	3	BI, FA,

Figura 1: Asignaturas en las que se observó una clase de laboratorio, las carreras involucradas son: Bioquímica = Bio; Farmacia = Fa; Ingeniería Química = IQ; Ingeniería en Alimentos = IA; Licenciatura en Genética =LG; Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos = LAQyB; Profesorado Universitario de Biología= PUB, Tecnicatura Universitaria en Celulosa y Papel = TUCyP.
Se incluye el año correspondiente en el plan de estudios.

Nº	Pregunta	Indicadores	Categoría
1	¿Al iniciar la práctica se plantea un objetivo claro?		Si, No
	¿Cuál?	Verbos utilizados	
2	¿Qué tipo de actividad experimental propone?	Abierta, cerrada, semiestructurada, demostrativas, explicativos	Si, No
3	¿Se plantea un marco teórico al iniciar o en el transcurso de la práctica?		Si, No
4	¿La terminología utilizada es la adecuada? ¿Se relaciona la teoría con la práctica?		Si, No
5	¿Se plantea un procedimiento a seguir?		Si, No
6	¿El estudiante tiene la oportunidad de realizar su propio procedimiento?		Si, No
7	¿Se exige entregar un informe que contenga ciertos parámetros establecidos por el docente, o el informe se realiza de forma libre?		Si, No
8	La guía presenta:		Si, No
	a. Objetivos.		
	b. Introducción.		
	c. Pregunta o situación problema.		
	d. Marco teórico.		
	e. Procedimiento.		
	f. Pre informe.		
	g. Tabla de datos.		
	h. Actividad final.		
	i. Bibliografía.		
	j. Otros.		¿Cuáles?
9	¿Existen relaciones entre el objetivo, el marco teórico y el procedimiento?		Si, No
10	¿Cómo se presenta la parte procedimental?	Sintética, detallada, intermedia, extensa, abunda en detalles	Muy, intermedia, poca
11	¿Qué características presenta?	Clara, confusa, ambigua	Muy, intermedia, poca
12	¿Cuál es el procedimiento general utilizado en la guía?	Entrenamiento técnico o estratégico.	Si, No
13	¿Cuál es la finalidad de la guía en cuanto a?		Si, No
	a. Destrezas.		
	b. Conocimientos.		
	c. Reafirmar lo visto en la teoría.		

Figura 2. Cuestionario estandarizado de López Rua y Tamayo Alzate (2012) adaptado para la observación de clases

N°	Pregunta	Indicadores	Categoría
1	¿Cuál es la actitud de los estudiantes en estas prácticas?	Participativos (preguntan, plantean dudas), pasivos.	Buena Mala Aceptable ¿Por qué?
2	¿Cuáles son las fortalezas que se encuentran en esta clase de prácticas de laboratorio?		
3	¿Cuáles son las debilidades que se presentan en esta clase de prácticas de laboratorio?		Si, No
4	¿Al finalizar la práctica de laboratorios se realiza una comunicación acerca de los resultados obtenidos? ¿Por qué?	Discusión grupal, alternativas de aplicación posibles.	Si, No
5	¿Los estudiantes realizan un trabajo científico? Considerar los puntos:		Si, No
	a. Objetivos.		
	b. Introducción.		
	c. Pregunta o situación problema.		
	d. Marco teórico.		
	e. Procedimiento.		
	f. Pre informe.		
	g. Tabla de datos.		
	h. Actividad final.		
	i. Bibliografía.		
	j. Otros. ¿Cuáles?		
6	¿De qué manera se lleva a cabo la evaluación y cómo influye está en el desarrollo de la práctica?	Oral, escrita, integrada	Si, No
7	¿Cómo relaciona la guía el ámbito de la carrera con el práctico?	Ejemplos, analogías, ejercitaciones	Si, No
8	¿De qué manera la actividad se relaciona con la cotidianidad de los estudiantes?	Clara, confusa, ambigua	Muy, intermedia, poca

Figura 3. Cuestionario estandarizado de López Rua y Tamayo Alzate (2012) adaptado para la observación de los estudiantes

Resultados y discusión

Ambiente de trabajo: en el 50 % de las clases observadas, trabajan dos docentes con grupos de treinta alumnos. Laboratorios sin banquetas ni aclimatación con temperaturas medias superiores a 28°C en la mayor parte del año. La duración de las actividades oscila entre 150 a 180 minutos.

Estudiantes: en general se limitan a seguir los pasos de la guía sin indagar en la búsqueda de soluciones alternativas para el logro de la experiencia, el carácter guiado de las experiencias de laboratorio no favorece a tal búsqueda, sino que se limitan a seguir las instrucciones al pie de la letra para garantizar los resultados esperados. De modo que no realizan preguntas o plantean dudas que colaboren en la construcción del conocimiento. El trabajo en equipo se limita a repartirse tareas para cumplir con la actividad asignada, desaprovechando la oportunidad de desarrollar una arista importante en la formación del futuro profesional. En la asignatura Química Orgánica, que utiliza la técnica del aprendizaje basado en problemas (ABP), solo 10/32 estudiantes participan activamente, mientras los demás observan en silencio.

Se puede confirmar las tres formas de participación de los estudiantes señalados en Acuña (2015). 1- Comprometidos con la tarea (actitud muy aceptable). 2- Calculadores (actitud medianamente aceptable). 3- Apáticos o desinteresados (actitud poco aceptable). Sin predominancia de uno en particular.

Docentes: un 30% manifiestan formación en didáctica o pedagogía. En el 90% restringen la actividad a explicar de acuerdo con el material disponible, realizan aclaraciones procedimentales y de seguridad. Organizan a los alumnos en grupos, distribuyen los materiales y reactivos preparados con anterioridad, controlan las experiencias, corrigen procedimientos, adiestran en el uso del material de laboratorio y evalúan resultados. Se observa escasa utilización de analogías, metáforas y relación entre el contenido y la carrera. Existen diferencias en la traducción de metas entre docentes y estudiantes, inclusive algún profesor anticipa los resultados esperados sin permitir el pensamiento creativo. Como lo describen Lorenzo, (2017); Sánchez et al., (2016) y Garritz et al., (2014): presentan creencias y concepciones muy arraigadas en el sistema universitario argentino que se repiten y evidencian la forma de pensar del profesor sobre el objeto de conocimiento, sobre el aprendizaje y la enseñanza. En la asignatura que utiliza ABP el intercambio con los alumnos interesados es fluido, con los demás, aunque el docente intenta no se logra participación. Probablemente los tiempos acotados y la cantidad de alumnos no permiten otra interacción. Tal como señala Sánchez et al., (2016) el rol que le quepa al estudiante es ser obediente y seguir las instrucciones porque en ciencia todo está dicho.

Conclusiones

Las experiencias son mayoritariamente guiadas, siguiendo el material didáctico que propende a lograr entrenamiento técnico que no comprometen al estudiante en la búsqueda de opciones o modificaciones para el logro de los objetivos. En cuanto a los docentes, son escasas las evidencias de CDC, tanto en la organización de la clase, la experiencia de laboratorio como en la interacción con los estudiantes evidenciando poco entrenamiento estratégico que permita al estudiante la generalización o transferencia de conocimientos. En este contexto y sumando a la presencia como reactivos a estudiantes apáticos que desconocen la potencialidad de involucrarse y participar activamente de la clase, se desencadena la reacción con escasas posibilidades de alcanzar el equilibrio y producir conocimiento genuino. Se sugiere complementar la formación docente disciplinar mediante un programa institucional para el desarrollo y transformación del CDC e incorporar como catalizador actividades que desarrollen el pensamiento creativo, propiciando la transferencia del conocimiento a contextos reales y la participación del alumno con posibilidades de descubrir las respuestas.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación forma parte del proyecto incentivado *16Q575 Descripción y análisis de clases prácticas y experimentales en el laboratorio universitario de ciencias.* Resolución C. D. N° 275/15 de la FCEQyN de la UNaM, período 2015-2018 y del PICT-ANPCYT-2015-0044 “La investigación en didáctica de las ciencias como estrategia para el fortalecimiento de la educación científica en el sistema educativo argentino”. A la Dra. Raquel Alarcón por sus contribuciones.

Referencias bibliográficas

Acuña, M. G; Marchak, G. M; Sosa N. M; Medina, G. E; Baumann, A. J. Lorenzo, M. G. (2017). Análisis comparativo del material didáctico para las experiencias de laboratorio de química en la FCEQYN en Asociación Química Argentina (Ed). *Libro de memorias de las XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica* (JEQUSST, 749 – 753) */ compilado por Lydia R. Galagovsky*. 1° Edición. Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Acuña, M.G. (2015). *Factores asociados al rendimiento académico de los alumnos de Licenciatura en Genética de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, su relación con el aprendizaje de Química*. Tesis de Maestría en Enseñanza de ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Argentina.

Barberá,0. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3), 365-379

Flores, J.; Caballero Sahelices, M. C. y Moreira, M. A. (2009). The science laboratory teaching: An integral vision in this complex learning environment. 33(68), 75-111. *Revista de Investigación*, *33*(68), 75-111. Recuperado el 30 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&tlng=en.

Garritz, A., Daza, S. y Lorenzo, M. G. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken: Académica Española.

Geelan, D. (2017). La observación en clases ofrece evidencia natural y auténtica, del proceso de educación en su hábitat natural. http://www.ciae.uchile.cl/index.php?page=view_noticias&id=1077&langSite=es&externo=boletin. Consultado el 4 de enero de 2018

López Rua, A. M.; Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, Manizales, Colombia. 1(8), 145-166.

Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20(2), 249-263. DOI: https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.5

Pérez Gonçalves, F.; Marques C. A. (2013): Problematización de las actividades experimentales en la formación y la práctica docente de los formadores de profesores de Química Enseñanza de las ciencias, 31(3) 67-86

Sánchez, G., Odetti, H. y Lorenzo, G. (2016). Caracterización de la práctica educativa de docentes universitarios en clases de laboratorio. En Membiela Iglesia, F. P. (ed.). *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias*. Vigo: Educación Editora.

Siso Pavón, Z.; Briceño Soto, J.; Alvarez Prieto, C. y Arana Araque, J. (2009). Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de Química. Un primer acercamiento. *Revista* Electrónica Diálogos Educativos, 9(18), 139-161.

Recursos didácticos para la planificación de clases de Química

Claudia Drogo; Marcela Rizzotto

Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FCByF),
Universidad Nacional de Rosario (UNR)

cdrogo@fbioyf.unr.edu.ar

Resumen:

Si bien socialmente se acepta la importancia de la enseñanza de Química, a menudo se observa una brecha entre los intereses particulares del alumnado y el contenido a implementar. El objetivo de esta investigación, desarrollada en la última asignatura del Profesorado en Química (FBIOyF-UNR-Argentina) es evaluar una propuesta didáctica de elaboración de las planificaciones de Química en la Práctica de Residencia. Cada planificación es tratada en el aula, habiéndose transformado la modalidad de clase tradicional a taller, haciendo hincapié en un enfoque constructivista de la enseñanza. La interacción entre los asistentes (bajo la modalidad de grupo de discusión), enriquece cada propuesta. Las reflexiones en los grupos de discusión, la confrontación, profundización y búsqueda de consenso durante el taller para cada temática fortalece la práctica educativa en la Residencia.

Palabras claves: planificaciones; química; recursos didácticos; Residencia

Introducción

Es probable que no se discuta la relevancia de la Química como ciencia básica y central (Brown et al 1997) y la importancia de su enseñanza a nivel medio. Sin embargo, la Química se destaca como el área que presenta mayor rechazo por parte de los estudiantes.

Paradójicamente se dice que esta ciencia está en todo lo que rodea al ser humano y que gracias a ella se han logrado innumerables avances. Entonces, ¿Por qué existe en el estudiante una percepción negativa hacia el estudio de la Química? Galagovsky (2005) plantea que, al mismo tiempo en que la Química, como disciplina, avanza enormemente, la enseñanza de la misma se encuentra en crisis a nivel mundial.

La Química es una ciencia experimental, y nuestros predecesores fueron armando el cuerpo teórico que en la actualidad se dispone gracias a la observación, luego la experimentación y la explicación de lo observado (Asimov, 2003).

Al docente le corresponde la responsabilidad de preparar la clase reflexionando sobre la naturaleza de los temas, buscando ejemplos, explicaciones, analogías, metáforas, representaciones, actividades, experiencias, preguntas, problemas, entre otros, que sean propicios para los estudiantes, favoreciendo así, a los aprendizajes significativos. La preparación de la clase es fundamentalmente una reflexión didáctica (Medaura, 2007).

Desde esta perspectiva, el Conocimiento Pedagógico del Contenido determina qué ideas y conceptos de Química el docente considera importante enseñar, o qué clases de preguntas,

problemas o experiencias selecciona para introducir un tema, identificando las ideas previas de los estudiantes (Talanquer, 2004).

Uno de los objetivos de los docentes es fomentar en los alumnos de Residencia del Profesorado en Química (residentes) la "Inteligencia profesional docente" (Gavidia Catalán, 2009) que es saber utilizar los resortes que tiene a su disposición para llevar a cabo la enseñanza.

Al momento de iniciar el desarrollo de cualquier tema, hemos comprobado que, en general los Residentes se remiten a la forma en que han aprendido dicho tema en la carrera de grado. Comúnmente se visualiza una brecha entre los intereses particulares diarios del alumnado y el tema a desarrollar, así surgen las preguntas de por qué o para qué estudiamos química.

Contexto de trabajo

Residencia es la última asignatura de la carrera del Profesorado en Química de la UNR y la primera donde los residentes hacen su práctica intensiva frente a estudiantes en los distintos niveles educativos (Drogo y Rizzotto, 2015). Este hecho hace que la planificación de cada clase sea un punto clave en su formación docente.

Hasta el año 2015 las planificaciones eran realizadas de forma individual en base a un documento escrito (enviado mediante correo electrónico), solicitado con tiempo suficiente para su revisión y devolución por parte de los docentes. Este procedimiento presentaba la desventaja, –entre otras muchas cuestiones– de la distinta interpretación que, a veces ocurre entre lo expresado por el emisor (el docente) y el receptor (alumno), y no se discutía, ni reflexionaba con los otros residentes. Es por ello que se modificó y actualmente las planificaciones se trabajan en el aula, habiéndose transformado la modalidad de clase tradicional en taller, donde la discusión y reflexión entre todos los asistentes enriquece cada propuesta el trabajo.

Propuesta de trabajo

La conformación en el taller es por grupos compuestos por 3 o 4 residentes. Con la antelación de una semana, se conoce el tema a tratar. En la discusión los grupos deben definir objetivos de aprendizaje, elaborar actividades y prácticas apropiadas, construir herramientas didácticas factibles y pertinentes de acuerdo con las características del grupo de estudiantes de escuela secundaria seleccionado para realizar su práctica docente.

Los residentes recaban información sobre el tema e indagan sobre las ideas previas de los estudiantes del curso de la escuela secundaria donde se realiza la práctica docente. "El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe…el aprendizaje cognitivo se define como la integración de una nueva información que se incorpora al concepto preexistente, modificándolo" (Ausubel, 2002).

La planificación de cada tema se lleva a cabo dentro de la teoría del aprendizaje del constructivismo, jerarquizando la motivación no sólo como una consecuencia sino como un impulso hacia un conocimiento que se torna necesario (Piaget, 1990).

El fin es captar la atención del estudiante secundario y también relacionar el tema con la vida diaria, logrando así una conexión más directa entre la Química y algunas experiencias personales. Las estrategias o herramientas presentadas por cada grupo no son fijas para cada tema, sino que pueden ser inspiradoras de otras, por lo cual se considera de interés presentarlas a fin de interactuar y enriquecerlas.

En la socialización se trabaja con la reflexión de los residentes sobre su propia práctica, para comprenderla y mejorarla (Shön, 1993).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar una propuesta didáctica de elaboración de las planificaciones de Química en la Práctica de Residencia.

Metodología

En esta investigación se utilizó un enfoque cualitativo desde una perspectiva interpretativa, utilizando técnicas de discusión en grupos y evaluaciones de experiencias personales. Para la recolección de datos, se utilizaron "grupo de discusión" como unidades de análisis (Hernández Sampieri, 2006).

El grupo de discusión fue conformado por los residentes del profesorado y coordinado por los docentes responsables de la asignatura Residencia.

Se triangula los datos recogidos de diferentes instrumentos durante el desarrollo de la propuesta de trabajo.

La socialización de las experiencias personales se realizó en un primer momento en el taller, un residente de cada grupo expuso la planificación con la secuencia didáctica que surgió en el mismo, tomando en cuenta el contexto escolar y las ideas previas de los estudiantes secundarios. Se evaluó el trabajo de los grupos de discusión utilizando una “lista de cotejo”.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
PROFESORADO EN QUÍMICA- RESIDENCIA
LISTA DE COTEJO PARA LOS GRUPOS DE DISCUSIÓN DE PLANIFICACIONES

Dimensión		MUY BUENO (MB)	BUENO (B)	R EGULAR (R)	NO ALCANZA (NA)
Grupal	Descripción y análisis	Alcanza un nivel de profundidad tanto en la descripción como en el análisis y fundamentado en una sólida articulación conceptual.	Introduce la descripción y el análisis de algunos aspectos correctamente fundamentados	Los aspectos descriptos y analizados son escasos y la fundamentación Conceptual resulta parcial o confusa.	No se introducen aspectos descriptivos ni analíticos y la fundamentación conceptual no es pertinente.
Grupal	Pertinencia conceptual	Todas las categorías conceptuales son pertinentemente aplicadas.	Algunas de las categorías conceptuales se aplican de manera parcial o confusa	Algunas categorías conceptuales se aplican de modo incorrecto.	No se aplican categorías conceptuales a la descripción y análisis
Grupal	Propuesta de trabajo	Las propuestas presentadas son fundamentadas, originales y pertinentes.	Las propuestas presentadas son pertinentes.	Las propuestas presentadas son confusas o incorrectas.	No se presentan propuestas
Grupal	Diseño de la propuesta	El diseño presenta elementos originales y creativos, se adecua completamente al grupo de estudiantes descripto para la práctica docente	El diseño se adecua completamente al grupo de estudiantes descripto para la práctica docente	El diseño se adecua parcialmente al grupo de estudiantes descripto para la práctica docente	El diseño no se adecua al al grupo de estudiantes descripto para la práctica docente
Grupal	Aspectos formales	Los trabajos están adecuadamente organizados, presentan todos los elementos para una planificación de clase completa, interesante y creativa	Los trabajos están medianamente organizados y presentan todos los elementos para una planificación de clase	Los trabajos presentan pocos elementos organizadores y la planificación de clase es confusa.	Los trabajos no están organizados y la planificación de clase evidencia falencias formales
Grupal	Trabajo colaborativo	El grupo se adecuó a la propuesta de trabajo colaborativo, contribuyendo al desarrollo del proyecto y fundamentando los aportes.	El grupo adoptó algunas estrategias de trabajo colaborativo	El grupo adoptó Escasamente la dinámica del trabajo colaborativo, fragmentando los aportes grupales en sumatorias de aportes individuales	El grupo no adoptó la dinámica del trabajo colaborativo

Figura 1: lista de cotejo utilizada para evaluar el trabajo de los grupos de discusión

En el aula de la escuela secundaria donde se desarrolló la clase del tema seleccionado, se utilizó una “Guía de observación para práctica docente del residente”.

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas
Profesorado en Química- RESIDENCIA
GUIA DE OBSERVACIÓN PARA PRACTICA DOCENTE DEL RESIDENTE

FECHA:
NOMBRE DEL RESIDENTE:
INSTITUCIÓN Y CURSO DONDE SE REALIZA LA PRÁCTICA:
TEMA A DESARROLLAR:

Aspectos a Evaluar	Muy bueno	Bueno	Regular	Insuficiente
Aspectos Personales				
* Puntualidad				
* Responsabilidad				
* Actitud frente a las sugerencias				
Planificación del Proceso de Enseñanza Aprendizaje				
* Pertinencia de los contenidos				
* Creatividad en la organización de la situación de enseñanza				
* Adecuada selección de estrategias y recursos				
Puesta en Marcha del Proceso de Enseñanza Aprendizaje				
* Organización de la clase				
* Estrategias y material didáctico				
* Conducción del grupo				
* Adecuado empleo del tiempo				
* Evaluación permanente del proceso				

Observaciones.....

Figura 2: Guía de observación para práctica docente del residente

En una tercera etapa el docente co-formador junto con el residente diseñaron “test de aprendizaje" para cada temática mediante el cual fueron evaluados los estudiantes secundarios.

Resultados

Se presentan los resultados del año 2017. Los registros de las “listas de cotejo” para los grupos de discusión de las planificaciones, se volcaron a una tabla en cada temática y se analizaron en el taller.

Tabla 1: Ejemplos de registros de lista de cotejo para los grupos de discusión

Tema “Tabla periódica”	*Descripción y análisis*	*Pertinencia conceptual*	*Propuesta de trabajo*	*Diseño de propuesta*	*Aspectos formales*	*Trabajo colaborativo*
Grupo 1	MB	B	MB	MB	MB	MB
Grupo 2	MB	MB	B	MB	B	MB
Grupo 3	B	MB	B	MB	B	MB
Tema “Equilibrio químico”	*Descripción y análisis*	*Pertinencia conceptual*	*Propuesta de trabajo*	*Diseño de propuesta*	*Aspectos formales*	*Trabajo colaborativo*
Grupo 1	MB	B	MB	B	MB	MB
Grupo 2	B	MB	MB	MB	MB	MB
Grupo 3	MB	MB	MB	MB	MB	MB

En la mayoría de los temas de Química trabajados en los grupos de discusión se evidenciaron resultados Bueno (B) o Muy Bueno (MB) con respecto al diseño de las planificaciones y la pertinencia con respecto al grupo de estudiantes secundarios en donde sería realizada la práctica docente.

Los grupos de discusión trabajaron, dependiendo del tema de Química, sobre la elaboración de “redes conceptuales” (Galagovsky, 1993) recuperando conocimientos previos.

Algunos grupos trabajaron en la elaboración de un protocolo para realizar una experiencia en el laboratorio de Química (solo si la institución educativa disponía de un laboratorio equipado para tal fin). También se propuso realizar una experiencia sencilla y rápida, sin ningún riesgo y

que se puede realizar en el aula (Rizzotto, 2001). En muchos casos proponían iniciar la clase con preguntas disparadoras sobre el interés del grupo de estudiantes, que muchas veces no corresponden a un tema de Química en particular, sino que se intenta crear un clima adecuado de trabajo y estimular la participación de los estudiantes secundarios. Se trata así de incentivar la retroalimentación del "filtro perceptivo" (Johnstone, 1997) de los alumnos para darle sentido a la nueva información que imparte el docente.

Los resultados de las "guías de observación" para cada residente se socializaron en el taller y la mayoría demostró haber desarrollado su planificación con una propuesta didáctica adecuada para cada grupo de estudiantes secundarios en dónde desarrollaron su práctica docente. Los logros obtenidos fueron evaluados entre Muy Bueno y Bueno.

Los registros de los resultados obtenidos en los "test de aprendizaje" fueron realizados por los docentes co-formadores. Se informó que en la mayoría de los casos los resultados –respecto al rendimiento académico de los estudiantes secundarios– fueron superadores teniendo en cuenta otros grupos de alumnos en dónde los residentes no realizaron su práctica docente.

Conclusión

Una parte del trabajo docente consiste en la preparación de la planificación de los temas para trabajar en el aula con los estudiantes y que puedan responder a las inquietudes de los mismos y afrontar problemas de la vida diaria. El desafío docente en la enseñanza también es organizar el trabajo de manera colaborativa, intercambiando ideas y propuestas que puedan aportar a conseguir los objetivos propuestos con respecto al aprendizaje de los estudiantes.

La socialización de las planificaciones entre los residentes y docentes favorece la construcción de nuevos modelos y herramientas didácticas con el objetivo de mejorar la enseñanza de la Química. La observación y seguimiento de los Residentes a lo largo del año académico nos permite comprobar que el tratamiento integral y conjunto de las planificaciones y de los recursos utilizados, está incluido en un modelo didáctico constructivista, y ha redundado en el mejoramiento del aprendizaje.

La jerarquía de las discusiones grupales sobre las planificaciones de las clases de Química en el taller y el intercambio de las experiencias personales de los Residentes favorece la selección de las estrategias o herramientas didácticas para utilizar en sus prácticas docentes. Los residentes recuperan su propia biografía como punto de partida para la reflexión. Siempre teniendo en cuenta las características de los grupos de estudiantes secundarios donde se realizaría la práctica, la historia institucional y los recursos disponibles.

Es importante la relación del aprendizaje con la realidad cercana de los estudiantes, para visualizar la utilidad de lo que están aprendiendo. Así es mucho más fácil que se impliquen y se interesen, y afiancen lo aprendido de manera más eficaz. La didáctica no es un recetario, ya que no son instrucciones precisas sobre el modo de hacer algo con seguridad y éxito.

En síntesis, las reflexiones en los grupos de discusión, la confrontación, la profundización y la búsqueda de consenso durante la dinámica del taller para cada temática han fortalecido la práctica educativa en Residencia.

Agradecimientos

Al Proyecto de Investigación código 1BIO 404, 01/01/2014-31/12/2017 acreditado por UNR Resolución C.S. Nº 885/2014. "Visibilidad del Profesorado en Química". CIC-UNR y del IQUIR-CONICET

Referencias bibliográficas

Asimov, I. (2003). Breve Historia de la Química. Cuarta reimpresión: Alianza Editorial, España.

Ausubel, D. (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Paidos, Barcelona, España.

Brown, T.; LeMay, H.; Bursten, B. (1997) Química: La ciencia central 7º edición, Prentice Hall, México.

Drogo, C. y Rizzotto, M. (2015) Estrategias de entrenamiento para la práctica docente en residencia educativa del Profesorado en Química, UNR. *J. Arg. Chem. Soc. X Jornadas Nacionales y VII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica* (JEQUSST-), 39-40, www.aqa.org.ar

Galagovsky, L. (1993). Redes conceptuales: base teórica e implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 1993, 11 (3), 301 -307.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Revista Química Viva,* 4(1), 8-22.

Gavidia Catalán, V. (2009) El profesorado ante la educación y promoción de la salud en la escuela. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. N.º 23, 171-180 Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3082143

Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P (2006) Metodología de la investigación (4ta edición) México, DF.: McGraw-Hill Interamericana.

Johnstone, A.H. (1997). Chemistry teaching. Science or Alchemy? J. Chem. Ed., 74(3), 262-268.

Medaura, O. (2007) Una didáctica para un profesor diferente. Lumen, México.

Piaget, J. (1990) La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo. Siglo XXI Editores S.A., México.

Rizzotto, M. (2001) Prácticas sencillas de Química, UNR Editora, Rosario, Argentina.

Shön, D.A. (1993). Teaching and Learning as a Reflective Conversation. En Montero y Vez (Eds.). *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado*. Vol I. Santiago de Compostela: Tórculo Artes Gráficas.

Talanquer, V. (2004) Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, *15* (1), 52-58.

El uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la Universidad

Sandra Analía Hernández

Gabinete de Didáctica de la Química – Departamento de Química – Universidad Nacional del Sur – INQUISUR (UNS-CONICET). Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

sandra.hernandez@uns.edu.ar

Resumen

El Siglo XXI que nos toca transitar, deja en claro que la tecnología está presente en nuestras vidas y ha impactado en la sociedad modificando no solo nuestra manera de relacionarnos, de obtener información, de comercializar, etc., sino también la forma en la que enseñamos, aprendemos y comunicamos lo que sabemos. Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) son el resultado de orientar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos de enseñanza y aprendizaje de conocimientos, incidiendo en aspectos metodológicos y usos didácticos. En este trabajo se analiza la incorporación de la TAC en el Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur (UNS-Argentina) como una nueva oportunidad para transformar la docencia universitaria, mejorar la enseñanza y optimizar así la calidad de los aprendizajes de los estudiantes.

Palabras clave: TIC; TAC; tecnología educativa; educación superior; TPACK

Introducción

La tecnología está presente en nuestras vidas y ha impactado en la sociedad modificando no solo nuestra forma de relacionarnos, de obtener información, de comercializar, etc., sino también la forma en la que aprendemos, enseñamos y comunicamos lo que sabemos. Esto plantea un desafío que es importante asumir bajo la perspectiva de la formación profesional docente, haciendo hincapié en las habilidades que parecerían ser indispensables y necesarias para los desafíos que demanda este siglo XXI que nos toca transitar (Díaz Barriga, 2009).

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) son el resultado de orientar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos de aprendizaje y enseñanza de conocimientos, incidiendo en aspectos metodológicos y explorando los posibles usos didácticos orientados a la construcción de aprendizajes significativos (Romero *et al*., 2014). En tal sentido, las concepciones y enfoques de los docentes sobre la enseñanza mediada por tecnología son fundamentales para la implementación exitosa de las tecnologías educativas en la educación superior (Englund, Olofsson y Price, 2017).

Tanto docentes como estudiantes deberán desarrollar competencias y habilidades relacionadas con la apropiación de las TIC en el rol y función que cumplen en el escenario educativo, tendientes a incrementar la calidad educativa (Valencia *et al*., 2016).

“Saber cómo utilizar tecnología no es lo mismo que saber cómo enseñar con tecnología” (Mishra y Koehler, 2006, p. 1033).

Marco teórico-metodológico para integrar las tecnologías a la educación

Apoyándose en el modelo de Shulman (1986) denominado "Conocimiento Didáctico del Contenido" (CDC) (en inglés: PCK, Pedagogical Content Knowledge), el cual manifiesta la idea de que los docentes deben poseer conocimientos sobre el contenido y la pedagogía, Mishra y Koehler (2006) formularon su modelo "Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y Disciplinar" (en inglés: TPACK, Technological Pedagogical Content Knowledge), que pretende delimitar los diferentes tipos de conocimientos que los profesores necesitan poseer para integrar las TIC de forma eficaz en el aula, independientemente del nivel educativo en el que se deseen implementar (Vila y Mengual-Andrés, 2017).

Como se muestra en la Figura 1, el TPACK no solo considera las tres fuentes de conocimiento mencionadas: la disciplinar (contenido), la pedagógica y la tecnológica, sino que enfatiza las nuevas formas de conocimiento que se generan en la intersección de unos saberes con otros.

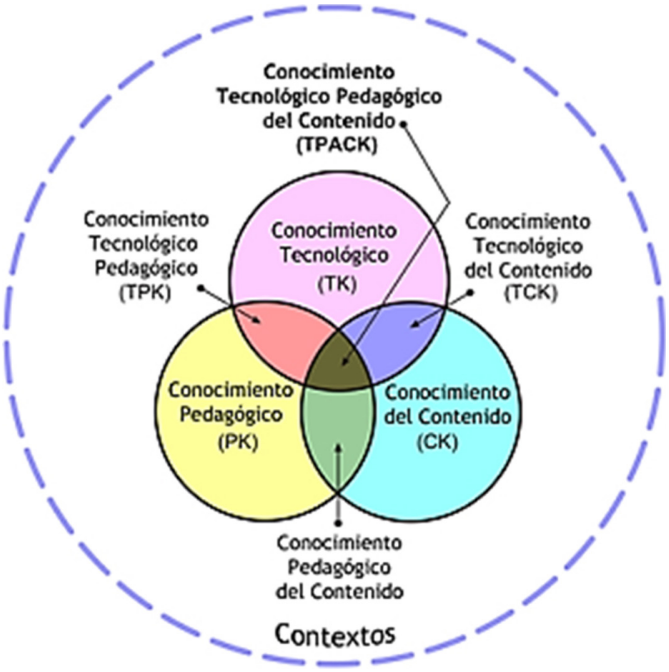


Figura 1. Modelo TPAK. Conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar y nuevas formas de contenido interrelacionado surgidos de la superposición y solapamiento de los tres círculos: disciplina, pedagogía y tecnología. Fuente: http://www.tpack.org

El marco teórico identifica algunos de los conocimientos necesarios para que los docentes puedan integrar la tecnología en la enseñanza sin olvidar la naturaleza compleja, multifacética y contextualizada de estos conocimientos (Magadán, 2012, p. 7).

Objetivos de la investigación

Se analiza la incorporación de la tecnología como una nueva oportunidad para transformar la docencia universitaria y optimizar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes**.**

Este estudio no busca únicamente presentar la percepción docente con respecto a las TIC en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino también analizar posibles mecanismos que permitan potencializar el interés docente en apoyar el proceso de inclusión de las TAC en las instituciones de educación superior, considerando que la educación debe estar acorde con los requerimientos y cambios continuos que la sociedad experimenta.

Uso de las TAC en la Universidad: puesta en práctica del TPACK

Reconociendo la necesidad de integrar la tecnología al aula universitaria y la importancia del rol del docente para que ello ocurra, se decide dictar en el Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur un curso de actualización cuyo objetivo estuvo centrado en aportar a los docentes universitarios las herramientas necesarias para que en su desempeño docente puedan integrar las TIC y las TAC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de sus disciplinas.

El curso denominado "Tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC) en la universidad" fue realizado en el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) 2012/2016, impulsado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación de la República Argentina, que tenía como objetivo incrementar la cantidad y calidad de los graduados en ingeniería. Si bien estaba programado para dictarse en 2016, por cuestiones de tiempos institucionales y a pedido de los docentes universitarios interesados, se llevó a cabo entre febrero y marzo de 2017, período en el cual, aunque comienza la actividad docente, no se ha comenzado aún el dictado de las asignaturas del cuatrimestre. El curso se realizó en la modalidad semipresencial, con una carga horaria de 30 horas reloj y se impartió en dependencias del Departamento de Química de la Universidad del Sur. Participaron docentes de distintos departamentos (Ingeniería Química, Química, Agronomía, Biología, Bioquímica y Farmacia) que tienen a su cargo materias de servicio destinadas a estudiantes de las distintas carreras de ingeniería que se dictan en la universidad.

Aprender a enseñar con las TIC y las TAC

Con el objetivo de coordinar enfoques y temas a profundizar, antes de comenzar el curso, se distribuyó entre los docentes inscriptos una encuesta de opinión anónima realizada en un formulario de Google Drive y difundida online, de modo de facilitar su distribución y llenado. Se utilizó esta metodología pensando en que los encuestados pudieran acceder al cuestionario tanto desde sus computadoras personales como desde sus celulares. El formulario utilizado como instrumento para recabar la información se planteó a modo de cuestionario semiestructurado, conformado por preguntas cerradas y algunas abiertas, con alternativas de respuesta delimitadas. Si bien el sondeo fue anónimo, quien lo deseara podía escribir su nombre. Se consultó acerca de la edad, antigüedad docente, manejo y uso de las tecnologías y expectativas sobre el curso.

El curso se desarrolló de manera de brindar a los docentes participantes diversas estrategias de aprender haciendo y experimentando, a través de metodologías activas, de carácter constructivista, colaborativo, y cooperativo, mediadas con tecnologías, propiciando espacios de aprendizaje compartido y de (re)construcción de conocimiento.

En concordancia con las expectativas expresadas por los interesados en la encuesta inicial y en la primera clase, se profundizó en el uso de las TIC/TAC en la universidad, atendiendo a recursos tales como: herramientas de la Web 2.0, Blogs, Wikis, Webquests, Páginas Web, Google Docs, plataformas educativas, redes sociales y educativas, software de edición, m-learning, entre otros. En cada uno de ellos se abordaron decisiones curriculares, pedagógicas y tecnológicas de acuerdo con el modelo TPAK.

La Plataforma Educativa Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning Environment) fue el espacio virtual donde se desarrolló el curso y desde donde se promovieron las instancias de socialización de las producciones y aportaciones individuales y colectivas, a través de foros de intercambio.

Luego de finalizado el curso y habiendo discutido los alcances de los distintos recursos tecnológicos trabajados, se distribuyó entre los docentes otra encuesta realizada como formulario de Google Drive y difundida online, para analizar los resultados del curso.

Análisis y resultados de las encuestas

Se utilizaron herramientas de estadística descriptiva y análisis exploratorio de datos que permitieron evaluar e identificar las características sobresalientes para variables categóricas y para variables numéricas. En el caso de las preguntas abiertas, se buscaron patrones generales de respuesta (respuestas similares o comunes), se listaron esos patrones y se codificaron.

Encuesta inicial

El cuestionario "ad hoc" diseñado para la encuesta inicial fue respondido por veinte inscriptos al curso, de los cuales solo tres se desempeñan como profesores y el resto como asistentes o ayudantes de sus respectivas cátedras. Once encuestados dijeron tener entre 40 y 50 años de edad, seis entre 30 y 40 años, dos entre 50 y 60 años y uno entre 20 y 30 años.

Siete encuestados declararon tener una antigüedad como docentes universitarios de entre 13 y 15 años, seis menos de 10 años, cuatro entre 16 y 20 años y tres entre 20 y 30 años.

En cuanto al dominio de habilidades en el manejo de las tecnologías, diez piensan que es "suficiente" y ocho "bueno"; mientras que uno se cree "excelente" en este aspecto, otro dice ser "nulo".

Los resultados de estas tres preguntas muestran que no necesariamente habría una correlación directa entre edad, antigüedad docente y habilidades tecnológicas.

Al consultar acerca de la frecuencia de uso de las tecnologías como apoyo a la labor docente, once respondieron "siempre", cuatro "una vez por semana", cuatro "rara vez" y uno "nunca".

Con respecto a la creación de material didáctico digital para las clases, siete de los encuestados manifestaron hacerlo "rara vez", seis "frecuentemente", cinco "siempre" y dos "nunca".

Dieciocho de los docentes encuestados utilizan como recurso digital para el dictado de sus clases, el programa PowerPoint. De ellos, cinco también usan videos y sólo tres hacen uso de la plataforma de aprendizaje Moodle que, además de poder utilizarse para la enseñanza a distancia, es una herramienta importante para complementar la educación presencial.

Diez de los encuestados opinan que "el tiempo para elaborar los materiales" es uno de los inconvenientes al cual se han enfrentado al momento de utilizar la tecnología en la clase. A su vez, seis dicen que "la adecuación de la/s herramienta/s tecnológica/s a la materia" determina su uso. Asimismo, cuatro de los docentes reconocen desconocer el manejo de los medios requeridos para utilizar la tecnología.

Consultados acerca del uso de las tecnologías en clase, ocho opinan que es una herramienta de apoyo alternativa para la enseñanza de los diversos contenidos, seis consideran que es un recurso importante para mejorar la enseñanza, tres creen que promueve el interés y la motivación de sus alumnos, uno establece que facilita el trabajo en grupo, la colaboración y la inclusión de los alumnos. Por otra parte, mientras que uno piensa que es un factor determinante en el aprendizaje de los estudiantes, otro establece que es una alternativa que no necesariamente influye.

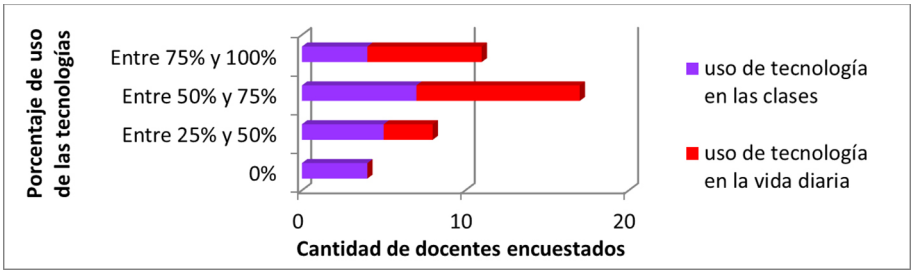


Figura 2. Uso de la tecnología en las clases versus en la vida diaria

Como muestra la Figura 2, el 100 % de los encuestados reconoce que utiliza las tecnologías en su vida diaria, mientras que el 80 % las usa en sus clases y en menores porcentajes.

Encuesta final

La encuesta final se realizó entre los trece docentes que asistieron a más del 80% de las clases y completaron las actividades propuestas. Nueve de los encuestados manifestaron estar dispuestos a incorporar en sus clases alguno de los recursos tecnológicos vistos; tres manifestaron que iban a presentar la idea al resto de los docentes de su curso y uno confesó "aún no me animo".

Por otra parte, de los recursos tecnológicos vistos en el curso, los encuestados eligieron incorporar o rever más de una opción. Nueve docentes consideran que la WebQuest podría ayudarles en el desempeño de sus clases, cinco piensan revisar la adecuada utilización del PowerPoint, tres creen que la edición e incorporación de videos podría beneficiar sus clases, tres consideran oportuno incorporar una Wiki o un Blog y dos consideran la alternativa de una página Web para favorecer sus clases.

Algunas de las expresiones vertidas de manera anónima acerca del curso son:

"El curso me permitió conocer los avances de los recursos tecnológicos aplicados a la enseñanza. No sólo conocerlos, sino empezar a utilizarlos y reflexionar acerca de cuáles serían útiles para mi labor docente. Si bien no completé todas las tareas en el tiempo establecido por falta de tiempo, tengo muchas ideas nuevas para mi asignatura".

"Me abrió la cabeza, me gustó mucho compartir experiencias con otros colegas".

A modo de conclusión

Si bien un mayor conocimiento por parte de los docentes acerca de estrategias metodológicas mediadas por TIC no siempre está directamente relacionado con un uso más extendido de las mismas en las aulas universitarias, resulta necesario potencializar el interés docente en apoyar el proceso de inclusión de las TAC para la transformación de las prácticas educativas en pro de generar aprendizajes significativos y promover el desarrollo integral de los estudiantes. El hecho de incorporar las TIC y las TAC en el ámbito educativo superior favorece la reducción de la brecha digital existente entre las distintas generaciones, contribuyendo al desarrollo de la competencia digital, tanto de los docentes como de los estudiantes, y facilitando la tarea educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje, haciendo que éstos sean más dinámicos, creativos y motivadores, contribuyendo así a garantizar una educación más adaptada a los requerimientos sociales del siglo XXI.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con fondos del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, otorgados por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación de la República Argentina, en el marco del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) 2012/2016.

Referencias bibliográficas

Díaz Barriga, F. (2009). TIC y competencias docentes del siglo XXI. En Carneiro, R.; Tosacno, J.; Diaz, T. (Coord.) *Los desafíos de las TICS para el cambio educativo*. España: OEI – Fundación Santillana, pp.139-154.

Englund, C., Olofsson, A. y Price, L. (2017). Teaching with technology in higher education: understanding conceptual change and development in practice. *Higher Education Research y Development*, *36*(1), 73-87.

Koehler, M. (2011) Using the TPACK Image. Michigan State University. *TPACK Org.* Recuperado de http://www.tpack.org/

Magadán, C. (2012). Clase 3: Las TIC en acción: para (re) inventar prácticas y estrategias. Enseñar y aprender con TIC. *Especialización docente de nivel superior en educación y TIC.* Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.

Mishra, P. y Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017–1054.

Romero, J., Fernández, R., Martínez, R., Álvarez, D., Álvarez, E. y Álvarez, W. (2014). Las tecnologías de la información y las comunicaciones, las del aprendizaje y del conocimiento y las tecnologías para el empoderamiento y la participación como instrumentos de apoyo al docente de la universidad del siglo XXI. *Medisur*, *12*(1), 289-294.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, *15* (2), 4-14.

Valencia-Molina, T., Serna-Collazos, A., Ochoa-Angrino, S., Caicedo-Tamayo, A., Montes-González, J. y Chávez-Vescance, J. (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente.* Cali: Pontificia Universidad Javeriana.

Vila, R. y Mengual-Andrés, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education Review*, (32), 73-84.

Conocimiento del profesor para la enseñanza en el laboratorio de química

Germán H. Sánchez[1,2,3]; Héctor S. Odetti[1]; M. Gabriela Lorenzo[2,3]

[1] Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Departamento de Química General y Química Inorgánica - Santa Fe, Argentina. [2] Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) - Buenos Aires, Argentina. [3] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

gsanchez@fbcb.unl.edu.ar

Resumen:

Desde el marco del modelo propuesto originalmente por Lee Shulman sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), en este trabajo se indaga sobre el conocimiento profesional de los profesores universitarios cuando enseñan química en el laboratorio como espacio de enseñanza, en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL- Argentina). El propósito principal ha sido la detección de los rasgos característicos de este tipo particular de prácticas educativas que las diferencian de otras clases universitarias de modo de poder contribuir a la formación y capacitación de los profesores universitarios.

Palabras claves: Conocimiento Didáctico del Contenido; Laboratorio; Trabajos prácticos; Didáctica de la Química; Química Inorgánica

Introducción

En los últimos tiempos se hizo evidente la necesidad de una formación docente para el profesorado universitario (Briceño y Benarroch, 2013; Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007). Un rasgo propio de la enseñanza en carreras científico-técnicas universitarias son las prácticas en el laboratorio. Un aspecto que diferencia estas clases de otras y que resulta condicionante de la propia actividad se relaciona con la planificación previa y la preparación colaborativa del trabajo práctico (TP) en equipos docentes donde cada uno desempeña diversas tareas y roles. Entre ellas la compra de reactivos, la preparación de soluciones, la organización de las mesadas en donde se desarrollarán las actividades prácticas, entre otras (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2017). Sin embargo, aún no queda claro la forma en la que entran en juego las distintas jerarquías del sistema docente universitario, ni las interrelaciones que se establecen entre los docentes durante los diferentes momentos de la enseñanza en el laboratorio de química y las repercusiones en el aprendizaje de los estudiantes.

El modelo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) propuesto inicialmente por Shulman (1986) resulta conveniente para poder identificar los saberes que los docentes poseen a la hora de dar sus clases y poder así reflexionar sobre las prácticas educativas. Sin embargo, la recolección e identificación de este saber es muy dificultosa (Farré y Lorenzo, 2014). Si bien existen diferentes herramientas para llevarlo a cabo esta tarea, la que recibió mayor aceptación es el cuestionario de ocho preguntas abiertas diseñado por Loughram, Mulhall y Berry (2004), que

alude a la Representación del Contenido (ReCo) que poseen los docentes sobre un determinado tema. Este cuestionario permite evidenciar los conocimientos docentes a la hora de enseñar un tema en particular a un grupo de estudiantes y en un contexto dado.

Nuestros estudios previos para la documentación del CDC acerca del conocimiento docente "para" y "en" la práctica experimental, mostraron la relevancia de la constitución del equipo docente y la preparación previa del trabajo práctico. Profundizando en esta línea, el objetivo de este trabajo ha sido analizar los diferentes roles que desempeñan los miembros del equipo docente durante la clase de laboratorio. De este modo, se espera que los resultados de esta investigación impacten en diferentes instancias en la formación del profesorado universitario, tanto en su formación inicial como en el ejercicio de su profesión.

Metodología

Esta investigación se enmarca en un modelo interpretativo con un diseño metodológico que privilegia el carácter contextualizado desde una perspectiva cualitativa, con un diseño de tipo transversal intra e intersujeto en base a un análisis de casos múltiples que analiza y compara las distintas respuestas de los docentes.

Contexto.

La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral para la asignatura Química Inorgánica correspondiente al primer año de estudios de diversas carreras. Se dictan dos clases de laboratorio para cada grupo de alumnos durante el semestre con una duración aproximada de tres horas cada una, a cargo de un profesor responsable y otros docentes colaboradores para atender a grupos de alrededor de cuarenta estudiantes.

Participantes.

Del total del plantel de profesores se seleccionó una muestra intencional de cuatro docentes que desarrollaban sus clases en el contexto del laboratorio, atendiendo a su nivel de categoría docente otorgado por la Institución, quienes aceptaron voluntariamente. A los de mayor jerarquía (profesores) se les asignó arbitrariamente el nivel 1, mientras que al grupo de auxiliares docentes se les asignó el nivel 2. En la tabla 1 se presentan algunas de las características relevantes en la conformación de su perfil.

Tabla 1. Perfil general de los docentes participantes

Docente (Pseudónimo)	Nivel de la categoría docente	Género	Años de ejercicio	Formación de grado	Formación posgrado	Capacitación en docencia	Investiga
Abel	1	M	≥ 30	Completa	Sí	Sí	Sí
Dana	1	F	≥ 30	Completa	Sí	Sí	Sí
Olga	2	F	≤ 2	Incompleta	No	No	No
Paola	2	F	≤ 2	Incompleta	No	Sí	No

Tarea.

La tarea consistió en un cuestionario escrito de respuesta abierta (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016) correspondiente a las cuatro preguntas de la ReCo que indagan aspectos propios de la actividad docente para profundizar el análisis de sobre la planificación y el conocimiento docente sobre los estudiantes (P1); su conocimiento sobre la asignatura, el contexto de enseñanza y su percepción sobre su rol durante la enseñanza en el laboratorio (P2); las formas de enseñanza a través de las estrategias utilizadas (P3); y finalmente, la mirada del docente sobre la evaluación que permite obtener una perspectiva global sobre las concepciones de los profesores sobre la enseñanza y el aprendizaje y pensar sobre la consistencia entre la propuesta de enseñanza y la de evaluación (P4).

Tabla 2. Tarea de lápiz y papel inspirada en el cuestionario de Loughram, Mulhall y Berry (2004) para documentar la representación del contenido (ReCo)

	Seguramente su asignatura incluye algún tipo de trabajo práctico.
P1	¿A la hora de planificar los TP, tiene en cuenta algún aspecto particular de sus estudiantes? ¿Cuál/es? ¿Cómo influye/n en su forma de enseñar los TP?
P2	Además de aspectos relacionados con el alumno, ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de los TP de su asignatura?
P3	¿Qué estrategias de enseñanza emplea en los TP de su asignatura? ¿Por qué se utilizan esas estrategias y no otras?
P4	A la hora de evaluar la comprensión de los estudiantes en los TP de su asignatura ¿Cómo lo hace?

Procedimiento.
Finalizado el curso, los docentes respondieron por escrito al cuestionario. El corpus de datos quedó conformado por las respuestas a dicho cuestionario. Se completó con la información recogida por la observación no participante durante las clases.

Diseño y análisis de datos.
Los textos producidos por cuatro docentes fueron analizados, de manera confidencial, utilizando la teoría fundamentada (Glasser y Strauss, 1967) de manera independiente por dos investigadores. Se completó la información con los datos obtenidos a partir de la observación no participante de las clases. Los resultados fueron contrastados y los desacuerdos, discutidos hasta llegar a consenso. Se relevaron y describieron las concepciones docentes sobre la naturaleza de las clases prácticas y enseñanza en el laboratorio.

Resultados y Discusión

En la tabla 3 se presentan algunos ejemplos de las respuestas de los docentes al cuestionario y las categorías emergentes a partir del análisis de la ReCo. A lo largo del cuestionario, los docentes mostraron consistencia en sus respuestas sobre la enseñanza y el aprendizaje donde se evidencia su rol docente correlaciona con su jerarquía académica. Los docentes con mayor jerarquía presentaron una mirada más amplia y completa sobre el trabajo práctico. Aunque las referencias sobre la planificación de los TP de laboratorio no mostraron diferencias a las de otros tipos de clases, si se detectaron particularidades respecto al rol docente. Mientras el docente a cargo (Abel) mostró una mirada integral del TP, tanto de la planificación escrita como de la preparación del laboratorio, los docentes noveles (Olga y Paola) no asumían esa tarea como propia. La planificación fue descripta en función de los contenidos curriculares sin considerar otros factores como los conocimientos previos de los estudiantes o los requerimientos profesionales a los cuales refieren los TP.

De igual manera, con respecto a la evaluación, Abel consideraba simultáneamente el desempeño y comprensión de sus estudiantes de manera general, el desarrollo del trabajo experimental y la actuación de sus docentes colaboradores; y su ayudante era quien se enfocaba en las preguntas de los alumnos de manera individual. Se observó claramente la complementariedad de los roles docentes, mientras Abel controla "todo", delega en sus colaboradores (Paola) la tutorización de los estudiantes durante el TP.

Al considerar el conocimiento de los profesores sobre la enseñanza de la asignatura en el laboratorio sus respuestas estuvieron más relacionadas con aspectos externos que con su propio desempeño. Factores como las características de los estudiantes, limitaciones del espacio físico, los recursos y el tiempo disponibles predominaron en sus respuestas (Lorenzo y Rossi, 2007). Sólo Abel consideró relevante la "predisposición y conocimientos del docente".

La formación pedagógica de dos de las docentes (Dana y Paola) quedó evidenciada en la utilización de un vocabulario técnico-didáctico más fluido que les permitió expresar sus ideas desde otra perspectiva, aunque sus miradas sobre la clase de laboratorio no se diferenciaron de las de sus compañeros.

Tabla 3. Análisis de las respuestas a la ReCo

Pregunta	Respuestas de los docentes	Categorías
P1: Sobre la planificación y el conocimiento docente sobre los estudiantes	Abel: "Al planificar los TP tengo en cuenta las necesidades de la carrera y no tengo en cuenta a los alumnos" Dana: "Para el momento de la clase considero que son estudiantes de 1º año de estudios universitarios con un promedio de 18 años poco participativos. (que) no estudian y no leen previamente (sobre) las clases." Olga: "los contenidos que el estudiante ya posee, y se hace más hincapié en aquellos q no tienen mucha más práctica" Paola: "Aun no participo en esa tarea (planificación de TP)"	Planificación (diseño escrito) Preparación (del laboratorio) Disposición personal
P2: Conocimiento sobre la asignatura, el contexto de enseñanza y su percepción sobre su rol durante la enseñanza en el laboratorio	Abel: "predisposición y conocimientos del docente" "el tiempo disponible". Dana: "Escaso e incómodo espacio físico. Material escaso y obsoleto. Grupos numerosos". Olga: "estudiantes muy jóvenes que no tienen bien en claro para qué estudian"; "falta de madurez de los estudiantes" Paola: "cantidad de clases no dictadas"	Conocimiento Vínculo docente/ alumno Factores estructurales (tiempo, recursos, espacio físico) Estudiantes
P3: Las formas de enseñanza	Abel: "la puesta en común de los resultados, aclaración de dudas o consultas que realizan los alumnos y el análisis de las diversas experiencias" Dana: "Entre otras: activación de conocimientos previos. Integración constructivista. Exposición y actividades guiadas…" (y continúa) Olga: "acercarse a cada grupo y consultar cómo les va"; "encuentros fuera de clase para facilitar el intercambio" Paola: "explicación de dudas, sin subestimar al estudiante".	Referencia al rol docente: - Gestor de las clases - Facilitador de los aprendizajes
P4: De la evaluación en clases de laboratorio.	Abel: (no tiene tiempo) "para evaluar una comprensión individual de los alumnos" Dana: "observaciones sin registro, tareas para el hogar, evaluaciones y coevaluaciones". Olga: "no realizamos una evaluación de contenidos" "cálculos al tiempo de la experiencia" Paola: "a través de la participación en clases" "tipo de preguntas que realiza el estudiante".	Niveles Grupal/Individual Procesual

Conclusiones

Este estudio permitió avanzar en la caracterización de los diferentes roles que asumen los docentes en las clases de laboratorio universitario y las funciones, también diferentes, que desempeña cada uno. La clase práctica que se realiza en el laboratorio discurre entre diferentes dimensiones simultáneamente, tal como una compleja coreografía donde tanto docentes como estudiantes ponen en práctica.

Dos aspectos sobresalientes de esta práctica lo constituyen:

a) El trabajo colaborativo en equipo docente que se evidencia en las diferentes instancias requeridas para la enseñanza en el laboratorio (planificación, preparación, implementación, evaluación) y,

b) Los diferentes procesos evaluativos que aparecen durante la realización de la práctica experimental.

En una sesión de laboratorio se evalúan simultáneamente el funcionamiento del TP, el desempeño de los alumnos y el de los docentes, y todos los actores participan de dicho proceso. Por un lado, se evalúan los conocimientos de los estudiantes para su desenvolvimiento en el laboratorio, sus habilidades manuales y sensoriomotrices, sus actitudes frente al cumplimiento de las normas establecidas. Esta evaluación se hace durante la clase, de manera informal y cuyas normas permanecen mayormente implícitas. Por otro lado, aparece una evaluación entre los docentes donde se exponen las distintas jerarquías y las expectativas y responsabilidades puestas en juego de cada uno.

La enseñanza en el laboratorio (Nakhleh, Polles, y Malina, 2002) es un rasgo típico de la enseñanza de la química y de otras ciencias en la universidad. Por tanto, la formación de los docentes para este tipo particular de clases requiere necesariamente una preparación que la diferencie de las típicas clases expositivas. Para ello, se requiere incrementar el conocimiento y la comprensión de los procesos que ocupan el espacio del laboratorio con toda su multidimensionalidad. En definitiva, en el laboratorio aparece un CDC integrado por los conocimientos individuales de cada uno de los miembros del equipo docente, que a través de su complementariedad y las interrelaciones que establecen en las diferentes instancias que constituyen el TP, le confiere un nivel de complejidad aún mayor que el que puede observarse en las clases unipersonales. Consecuentemente, nos proponemos avanzar con el estudio del conocimiento de los profesores en clases de laboratorio para alcanzar una descripción más completa que permita interpretar este particular tipo de clases.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco de los proyectos CONICET PIP Nº 11220130100609CO (2014-2016), ANPCYT-FONCyT PICT-2015-0044 (2016-2018) y UNL CAI+D 2016 UNL PI 50120150100040LI (2017-2020).

Referencias bibliográficas

Briceño Martínez, J. J. y Benarroch Benarroch, A. (2013). Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias,* 8 (1), 24-41.

Farré, A. S. y Lorenzo, M. G. (2014). El escurridizo conocimiento didáctico del contenido: estrategias metodológicas para su documentación. En A. Garritz, S. Daza, M. G. Lorenzo (Eds.). *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana* (pp. 35-65). Saarbrücken: Editorial Académica Española.

Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967). *Discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.

Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching,* 41 (4), 370–391.

Lorenzo, M. G. y Rossi, A. (2007). Experimental practical activities in scientific education. *The Chemical Educator*, 12, 1-6.

Nakhleh, M., Polles, J. y Malina, E. (2002) Learning chemistry in a laboratory environment. En: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust. (Eds). *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 47-68). The Netherlands: Kluger Academic Publishers.

Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de química inorgánica. *Educación en la Química*, 22 (2), 111-124.

Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2017). La práctica docente en el laboratorio universitario y el conocimiento didáctico del contenido de química inorgánica. *Enseñanza de las Ciencias*, *n° extraordinario,* 183-190.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher,* 15, 4-14.

Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3), 372-393.

Línea 4.

Investigación en el aprendizaje de las ciencias

Línea 4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias

Comunicaciones

Estructura latente de una escala de actitudes hacia la ciencia escolar basada en el modelo motivacional Expectativa-Valor de Eccles

Radu Bogdan Toma y Jesús Angel Meneses Villagrá

Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de Burgos

rbtoma@ubu.es

Resumen

En este estudio se presenta el desarrollo y validación una escala sobre la asignatura de Ciencias de la Naturaleza (CN) a partir del modelo teórico expectativa-valor. La aplicación de esta escala a una muestra compuesta por 339 estudiantes de Educación Primaria y el posterior análisis de componentes principales (PCA) reveló la existencia de tres dimensiones (expectativas, valores y coste de CN) que a través de 24 ítems de tipo-Likert ayudan a explicar un 43.12% de la varianza de las motivaciones de los estudiantes relacionadas con CN. El instrumento presenta elevados niveles de fiabilidad, con α de Cronbach que oscilan entre .709 y .820. Así, esta escala se postula como un instrumento válido y fiable.

Palabras clave: EVT, instrumento, escala, Educación Primaria, validación

Introducción

En los últimos años, nuevos enfoques para disminuir el desinterés de los estudiantes por cuestiones científico-tecnólogicas han cobrado impulso, y hoy más que nunca se están desarrollando iniciativas educativas enfocadas a promover vocaciones científicas que ayuden a los estudiantes a adquirir el conocimiento y las competencias científicas necesarias que les permitan comprometerse de forma activa y responsable en las cuestiones socialmente preocupantes (Bybee, 2013; European Commission, 2015). Sin embargo, los instrumentos desarrollados en las últimas décadas para evaluar el impacto de estas iniciativas educativas carecen de propiedades psicométricas fundamentales (Blalock et al., 2008). Entre otras cuestiones de validez y fiabilidad, más de la mitad de los instrumentos analizados por Blalock et al. (2008) carecían de un marco teórico.

Dado el alto riesgo que supone tomar decisiones sobre cómo mejorar la educación científica basándose en los resultados obtenidos de instrumentos que aparentemente muestran una falta de evidencias psicométricas sólidas, existe una necesidad de desarrollar instrumentos válidos y fiables que ayuden a comprender mejor los factores psicológicos que influyen en el desarrollo de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes.

Así, en este estudio se recoge la validación de un instrumento con sólidas propiedades psicométricas para medir la motivación de los estudiantes de Educación Primaria hacia la ciencia a partir de uno de los modelos teóricos de más relevancia, la teoría expectativa-valor (Eccles et al., 1983). Usando este modelo, que proporciona una serie de factores que pueden ser relevantes en el estudio de las actitudes hacia la ciencia escolar, se parte de la premisa de que los estudiantes serán más propensos a mostrar actitudes positivas hacia la ciencia a medida que aumente sus

expectativas de éxito y valoración de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y den importancia a su aprendizaje.

Fundamentación teórica

El modelo Expectativa-Valor (*Expectancy-Value Theory*; EVT) es una teoría que explica la motivación, selección y persistencia de los estudiantes en una determinada actividad o tarea (Eccles et al., 1983). El modelo EVT de Eccles et al. incluye dos constructos básicos (expectativas de éxito y valores) que están directamente relacionados con la elección, persistencia y rendimiento de las personas. El constructo "expectativas de éxito" incluye las creencias de la persona con respecto a su habilidad para realizar con éxito una tarea o actividad, y el constructo "valores" recoge las valoraciones que la persona atribuye a esa tarea o actividad en particular. Además, el constructo "valores" está formado por otros cuatro sub-constructos: (I) valor intrínseco; (II) valor de logro; (III) valor de utilidad; y (IV) coste. En síntesis, el valor intrínseco hace referencia al nivel de interés y diversión que una persona recibe al participar y realizar una actividad o tarea determinada. El valor de logro se refiere a la importancia que dicha tarea posee para la persona. El valor de utilidad recoge cuán útil es una tarea o actividad determinada para alcanzar metas y planes futuros. Finalmente, el coste engloba todos aquellos factores negativos relacionados con la tarea o actividad, como el coste de tiempo, juicios negativos sobre la actividad o la pérdida de actividades alternativas valoradas.

Método

En base a literatura previa (p. ej. Kosovich, Hulleman, Barron, y Getty, 2015; Lykkegaard y Ulriksen, 2016; Song, Zuo, Wen, y Yan, 2017) se elaboraron 50 ítems iniciales de tipo-Likert de 5 opciones representativos del modelo EVT que fueron sometidos a un proceso de validez de contenido. Dos expertos valoraron la importancia y representación de los ítems a partir de una escala de tres puntos que oscilaba entre 1 (muy poco) y 3 (mucho). Los ítems valorados por ambos expertos con 3 puntos fueron retenidos, conformando así una escala final de 25 ítems que englobaban las dimensiones "expectativas de éxito", "valor intrínseco", "valor de logro", "valor de utilidad" y "coste" sobre la asignatura Ciencias de la Naturaleza. La escala fue administrada durante una clase de Ciencias de la Naturaleza a un total de 339 estudiantes (49.3% niñas) de Educación Primaria provenientes de la provincia de Burgos (3º n = 26, 4º n = 77, 5º n = 105, 6º n = 131).

Los 25 ítems fueron sometidos a un análisis de componentes principales (PCA) con rotación *Promax* con *Kaiser* utilizando el software SPSS v.24. Se empleó la prueba de esfericidad de Bartlett y la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para determinar la idoneidad de la muestra y determinar si los datos se ajustaban a la extracción dimensional. Se siguieron las recomendaciones de Tabachnick y Fidell (2007), por lo tanto, los datos pueden ser extraídos si el valor KMO es .60 o superior y si la prueba de esfericidad es estadísticamente significativa ($p < .001$). Se empleó un valor mínimo de .40 para la inclusión de cada ítem en una determinada dimensión, siendo éste el criterio más aceptado.

El número de dimensiones a retener se decidió mediante el criterio Kaiser (Kaiser, 1970), el *scree test* (Catell, 1966) y un análisis paralelo de matriz de datos (Horn, 1965), que es una técnica adicional que proporciona mayor fiabilidad en la extracción de dimensiones (Choi, Fuqua, y Griffin, 2001). Para el análisis paralelo se generó una réplica aleatoria del mismo tamaño (25 variables, 339 estudiantes) y 100 procesos de replicación utilizando el software Monte Carlo PCA (Watkins, 2000). El análisis paralelo implica comparar los valores propios (*eigenvalues*) de la extracción con los obtenidos a partir de un conjunto de datos del mismo tamaño generados aleatoriamente, conservándose solo aquellos valores propios que exceden los valores de los datos aleatorios. La fiabilidad de la escala se efectuó en base al α de Cronbach, tomando una referencia común para el nivel mínimo de aceptabilidad de .70 (Nunnally y Bernstein, 1994).

Resultados

El valor KMO fue de .876, y la prueba de esfericidad de Bartlett alcanzó significancia estadística ($p < .001$), apoyando la idoneidad de la muestra y datos para la extracción dimensional (ver tabla 1).

Tabla 1. Resultados pruebas KMO y Barlett

Kaiser-Meyer-Olkin test de adecuación muestral		.876
Bartlett test de esfericidad	Approx. χ^2	2569.567
	df	300
	sig.	.000

Siguiendo el criterio Kaiser, el análisis de componentes principales (PCA) reveló la presencia de seis componentes con valores propios superiores a 1, explicando el 25.5%, 11.2%, 5.6%, 4.8%, 4.6% y 4.1% de la varianza, respectivamente. Dada la conocida imprecisión de este método (Henson y Roberts, 2006), se inspeccionó el *scree plot*, revelando una ruptura después del tercer componente, resultado coincidente con el análisis paralelo, que mostró solo tres componentes con valores propios superiores a los valores de los datos aleatorios (ver tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre valores propios del análisis principal de componentes y el valor de criterio del análisis paralelo

Dimensión	Valores propios PCA	Valores criterio análisis paralelo	Decisión
1	6.376	1.526	Aceptar
2	2.800	1.441	Aceptar
3	1.399	1.384	Aceptar
4	1.198	1.331	Rechazar
5	1.151	1.281	Rechazar
6	1.019	1.239	Rechazar

Así, a partir del *scree test* y del análisis paralelo de matriz de datos, se determinó tres factores que explicaban un total de 42.30% de la varianza, con saturaciones superiores a .40 en 10, 6 y 5 ítems respectivamente en cada dimensión. La rotación utilizada fue de 10 iteraciones con normalización *Promax* con *Kaiser*. Los ítems 18, 19 y 23 mostraron saturaciones superiores a .40 en más de 1 dimensión. Tras examinar la comunalidad de cada uno de ellos, se decidió eliminar el ítem 23 (*No puedo dedicar el tiempo necesario para tener éxito en CN*) por explicar menos proporción de la varianza (.581, .537, y .333 respectivamente) y se volvió a realizar el análisis de componentes principales con un total de 24 ítems.

La rotación de 7 iteraciones con normalización *Promax* con *Kaiser* reveló una agrupación de tres dimensiones que explican un total de 43.12% de la varianza, con la dimensión 1, 2 y 3 explicando el 25.85, 11.64, y 5.62 respectivamente, siendo 9 ítems agrupados en la dimensión "coste de estudiar Ciencias de la Naturaleza", 8 ítems en la dimensión "valoración de Ciencias de la Naturaleza" y 5 ítems en la dimensión "expectativas de éxito en Ciencias de la Naturaleza", con niveles de saturación superiores a .40 (rangos entre .410 y -767). El α de Cronbach reveló niveles de fiabilidad altos en las tres dimensiones de la escala (α de Cronbach = .820, .793, .709, respectivamente) y también en la escala global (α de Cronbach = .864; ver tabla 3).

Tabla 3. Estructura latente a partir de componentes principales con rotación *Promax*

Items[a,b]	Dimensiones			
	1[c]	2	3	h^2
19. Tengo que renunciar a muchas cosas para hacer bien la tarea de CN	**-,767**	-,118	,169	.549
12. Tengo que dedicar mucho tiempo para obtener buenas notas en CN	**-,711**	,254	-,074	.521
11. Tengo que sacrificar mucho tiempo libre para ser bueno en CN	**-,679**	,121	,142	.398
7. Las clases de CN me suponen mucho esfuerzo	**-,658**	-,143	-,079	.552
17. Las tareas de CN me llevan demasiado tiempo	**-,607**	-,127	-,159	.538
3. Tengo dificultades para entender las clases de CN	**-,556**	-,293	,210	.405
24. Para mí, CN es muy difícil	**-,498**	,037	,388	.574
15. Para mí, el tiempo pasa lentamente durante las clases de CN	**-,473**	,274	-,035	.335
1. Me cuesta mucho terminar las tareas de CN	**-,444**	-,026	,103	.238
5. Lo que aprendo en CN no me sirve para nada (i)	,151	**,701**	-,148	.472
9. Lo que aprendo en CN es útil para mis futuros estudios	-,054	**,697**	-,190	.398
10. Creo que CN es muy importante para mi vida	-,245	**,642**	,105	.454
22. Creo que estudiar CN es una pérdida de tiempo (i)	,380	**,583**	-,168	.472
8. Me interesan las cosas que aprendo en CN	-,089	**,579**	,332	.578
25. Disfruto aprendiendo CN	,018	**,569**	,268	.541
4. Pienso que CN es una asignatura divertida	,049	**,471**	,241	.403
18. Saber CN ayuda a mejorar la vida de las personas	-,218	**,410**	,223	.269
20. No creo que en el futuro vaya a usar lo que aprendo en CN (i)	,289	,365	-,168	.198
14. Un trabajo como científico sería interesante	-,145	,361	,255	.246
21. Soy capaz de hacer bien los trabajos y tareas de CN	-,071	,009	**,700**	.461
2. Pienso que soy bueno en CN	,040	-,057	**,696**	.475
16. Puedo obtener buenas notas en CN	-,041	,061	**,647**	.436
13. Soy de los que tiene un bajo nivel en CN (i)	,268	-,098	**,586**	.487
16. Aprendo cosas de CN muy rápido	,176	,057	**,467**	.347
% varianza	25.85	11.64	5.62	43.12
α de Cronbach	.820	.793	.709	.864

Notas:
[a] (i) hace referencia a los ítems cuya puntuación debe ser invertida
[b] CN hace referencia a la asignatura Ciencias de la Naturaleza
[c] La dimensiones representan: 1. Coste de CN; 2. Valoración de CN; 3. Expectativas de éxito en CN
[d] h^2 recoge las comunalidades de proporción de la varianza

Discusión y conclusiones

En este estudio se ha presentado el desarrollo y validación de una escala de actitudes hacia la asignatura Ciencias de la Naturaleza y hacia su aprendizaje a partir del modelo teórico Expectativa-Valor de Eccles et al. (1983). Esta nueva escala está compuesta por tres dimensiones que miden las expectativas de éxito, el valor y el coste que poseen los estudiantes de Educación Primaria en relación con el estudio de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Estas dimensiones son consistentes con los resultados anteriores sobre el modelo Expectativas-Valores que muestran que en participantes jóvenes los diferentes sub-constructos de la dimensión "valores" todavía no están diferenciados empíricamente, por lo se representan en

dimensiones más generales (Eccles, Wigfield, Harold, y Blumenfeld, 1993). Además, si bien en el modelo original se concibe el "coste" como un sub-constructo de la dimensión "valores", en este estudio los ítems relacionados con el coste han formado una dimensión separada, resultado que es consistente con los últimos hallazgos sobre este modelo teórico (Kosovich et al., 2015).

En relación con las dimensiones, la saturación de los ítems poseen valores elevados, por encima del valor .40 comúnmente utilizado en la literatura, y el α de Cronbach presenta altos niveles de fiabilidad, por encima del valor .70 considerado mínimo para propósitos exploratorios (Nunnally y Bernstein, 1994). Además, la cantidad de ítems por cada dimensión supera el número mínimo de dos a cinco que la mayoría de estudios que han empleado el modelo Expectativas-Valores (Eccles et al., 1993; Ortlieb y Marinak, 2013), lo que otorga mayor robustez al instrumento.

En definitiva, en este estudio se recogen las propiedades psicométricas de un instrumento basado en el modelo Expectativa-Valores de Eccles et al. (1983). Los resultados del proceso de validación muestran que este instrumento proporciona un marco válido y fiable para entender las expectativas, los valores y el coste de los estudiantes de Educación Primaria en relación con la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la edición 2017-2021 del programa de Becas de Investigación Pre-Doctorales de la Universidad de Burgos y por el proyecto MINECO-AEI EDU 2017-89405-R.

Referencias

Blalock, C. L., Lichtenstein, M. J., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C., y Toepperwein, M. A. (2008). In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935-2005. *International Journal of Science Education*, *30*(7), 961–977. https://doi.org/10.1080/09500690701344578

Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM education*. Arlington: NSTA press.

Catell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, *1*, 245–276.

Choi, N., Fuqua, D. R., y Griffin, B. W. (2001). Exploratory analysis of the structure of scores from the multidimensional scales of perceived self-efficacy. *Educational and Psychological Measurement*, *61*(3), 475–489. https://doi.org/10.1177/00131640121971338

Eccles, J., Adler, T., Futterman, R., Goff, S., Kaczala, C., Meece, J., y Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation* (pp. 75–146). San Francisco, CA: W. H. Freeman.

Eccles, J., Wigfield, A., Harold, R., y Blumenfeld, P. (1993). Age and gender differences in children's self and task perceptions during elementary school. *Child Development*, *64*(3), 830–847.

European Commission. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. *Directorate-General for Research and Innovation*. Luxembourg. https://doi.org/10.2777/12626

Henson, R. K., y Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological Measurement*, *66*(3), 393–416. https://doi.org/10.1177/0013164405282485

Horn, J. L. (1965). A rationele and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, *30*, 179–185.

Kaiser, H. (1970). A second generation Little Jiffy. *Psychometrika*, *35*, 401–415.

Kosovich, J. J., Hulleman, C. S., Barron, K. E., y Getty, S. (2015). A Practical Measure of Student Motivation: Establishing Validity Evidence for the Expectancy-Value-Cost Scale in Middle School. *Journal of Early Adolescence*, *35*(5–6), 790–816. https://doi.org/10.1177/0272431614556890

Lykkegaard, E., y Ulriksen, L. (2016). Choices and changes: Eccles' expectancy-value model and upper-secondary school students' longitudinal reflections about their choice of a STEM education. *International Journal of Science Education*, *38*(5), 701–724. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1156782

Nunnally, J. C., y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory (3ª ed.)*. New York: McGraw-Hill.

Ortlieb, E., y Marinak, B. (2013). Surveying digital literacy use and motivation in elementary school students. *Basic Research Journal of Education Research and Review*, *2*(5), 81–88.

Song, J., Zuo, B., Wen, F., y Yan, L. (2017). Math-gender stereotypes and career intentions: an application of expectancy–value theory. *British Journal of Guidance and Counselling*, *45*(3), 328–340. https://doi.org/10.1080/03069885.2017.1283680

Tabachnick, B. G., y Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics (5th ed)*. Boston: Pearson Education.

Watkins, M. (2000). Determining Parallel Analysis Criteria. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, *5*(2), 344–346.

El medio litoral como contexto relevante para el estudio de la fauna: una propuesta didáctica

Luis José Míguez-Rodríguez[1], Concepción González Rodríguez[2] y Carlos de Paz Villasenín[1]

[1]IES "A Sardiñeira", A Coruña. [2]EPAPU "Eduardo Pondal", A Coruña

luismiguez@edu.xunta.es

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica basada en una salida al litoral de A Coruña con el alumnado de 4º de la ESO del IES "A Sardiñeira" (A Coruña), para que desde el conocimiento de la fauna, sus necesidades ambientales y adaptaciones en un contexto próximo y cercano para ellos, sean capaces de aplicarlo a otras situaciones diferentes. A partir de dicha visita estudiaron los ejemplares que habían recogido y comprobaron sus hipótesis de estudio, en las sesiones de laboratorio y aula. Todo ello contribuye a que el alumnado al finalizar la enseñanza obligatoria sea consciente de la importancia que tiene mantener las condiciones ambientales y en general la conservación del medio ambiente para mantener la biodiversidad.

Palabras clave: experiencias innovadoras; fauna marina; enseñanza secundaria; medio litoral; aprendizaje experimental.

Introducción

De los mensajes que las instituciones hacen llegar en el campo del medio ambiente, se enfatiza en la necesidad de la conservación de la naturaleza y la biodiversidad, pero se tiende a confundir naturaleza con paisaje, ignorando los componentes bióticos, a excepción de los árboles, y por extensión los bosques, cuya definición (Izco, 1994), encaja perfectamente con esa percepción. La fauna es el elemento menos “visible” de la naturaleza, y en general solo es reconocible de forma indirecta (documentales, etc.), y es que se ha enfatizado tanto en el “continente”, que ha quedado oculto parte del contenido.

Es llamativo el escaso conocimiento que sobre la fauna marina muestran nuestros alumnos, siendo A Coruña una ciudad donde hay una intensa actividad pesquera y marisquera, con playas urbanas y sus ecosistemas correspondientes. Esta percepción la hemos confirmado a través de una encuesta realizada en 4º curso de ESO, en la que se muestra que conocen poca fauna, y que la mayor parte corresponde a especies domésticas, comestibles y exóticas.

La introducción de las competencias básicas en los currículos de ESO, ha situado en el centro de atención la necesidad de tener en cuenta los contextos en la enseñanza y en la evaluación (Blanco, España y Rodríguez, 2012). Sin embargo y si bien el currículo oficial por el que se establece el currículo de educación secundaria en Galicia (Decreto 86/2015, del 25 de junio), incluye el desarrollo de competencias básicas como referente, éstas siguen sin aparecer integradas con los demás elementos del currículo, y siguen siendo los contenidos conceptuales los que ocupan una mayor extensión y concreción y por ello son los que en general se utilizan por parte de las editoriales para la selección y organización de Unidades Didácticas/Temas, etc.

Muchos de los estudios relacionan el fracaso y el desinterés de los alumnos por las ciencias a nivel nacional e internacional, por la distancia entre el currículo que se ofrece al alumnado y la vida diaria, lo que dificulta que encuentren sentido a lo que estudian y que sean capaces de aplicar los conocimientos y destrezas aprendidos a situaciones cotidianas de contextos diferentes, cuestión clave cuando hablamos de enseñanza por competencias.

Por todo ello hemos considerado oportuno desarrollar con el alumnado de 4º de ESO del IES A Sardiñeira de A Coruña, una propuesta didáctica que incluye como contexto relevante, "una actividad de campo en el litoral", en la que el alumnado tome contacto directo con el medio y observe la variedad de fauna existente y sus adaptaciones, ya que además forma parte de su entorno cultural y social, y de esta forma pueda generar en ellos un conocimiento útil y significativo, que les facilite poder aplicarlo a otras situaciones diferentes y poder comprender que la única forma de preservar la biodiversidad es mantener las condiciones ambientales de esos seres vivos (plantas, animales, hongos, etc.).

Desarrollo de la propuesta

Al plantearse una propuesta centrada en una actividad en el medio natural, se consideró conveniente utilizar una metodología activa, en la que cada alumno sea el protagonista de su progreso educativo y el profesor actúe como guía y potenciador de ese aprendizaje, siguiendo el modelo utilizado en experiencias anteriores (Míguez y González, 2017). Además este tipo de metodología facilita espacios para trabajar no solo contenidos conceptuales sino también contenidos curriculares ligados a procedimientos y actitudes, como la responsabilidad, la capacidad crítica, la cooperación, etc., es decir los componentes metadisciplinares de las competencias (Zabala y Arnau, 2007).

Participaron los 25 alumnos/as de la materia de Biología y Geología de 4º de ESO, ya que se considera necesario haber cursado la materia de Biología y Geología de 3º de E.S.O., para que dispongan de los conocimientos previos suficientes sobre este tema para abordar esta actividad. Se eligió como "medio litoral" las islas de San Pedro, en el barrio coruñés de O Portiño (Figura 1), que quedan unidas a tierra por una extensa plataforma rocosa cuando baja la marea.

Figura 1. Aspecto de la zona de estudio, durante el trabajo de campo.

Es una zona accesible y segura que presenta una gran biodiversidad y se reconocen con facilidad los niveles de zonación litoral. Estas características hacen que en muy poco espacio sea posible observar y comprobar las variaciones de especies animales y su relación con las variaciones ambientales que se producen (agua, salinidad, etc.). La propuesta se llevó a cabo en varias sesiones con los siguientes objetivos específicos/cuestiones a investigar:

➢ ¿Qué niveles se pueden identificar en la zonación litoral y cuáles son las posibles causas de o factores que determinan esta distribución?
➢ ¿Qué estrategias y adaptaciones se observan en los animales según la zona donde viven?
➢ ¿En qué zonas se detecta una mayor biodiversidad y cuáles son sus posibles causas?
➢ ¿En qué grupos zoológicos se pueden situar las especies más frecuentes que hemos encontrado?

Figura 2. Cuestiones a investigar en la propuesta

1ª Fase: sesión preparatoria

El profesor expuso brevemente las características generales del lugar, centrándose en las variaciones de nivel del mar por las mareas, que junto con la fuerza del oleaje y la salinidad, produce la "zona intermareal", en la que se forman diferentes biotopos (Figura 3) en los que los seres vivos que los habitan poseen diferentes adaptaciones para poder sobrevivir, y que van a ser investigadas durante la actividad.

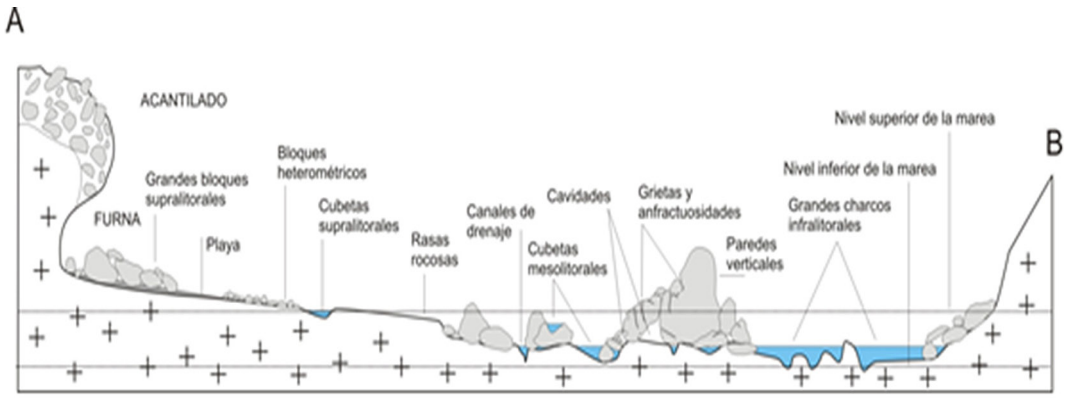


Figura 3. Diferentes biotopos que se pueden encontrar en la zona de trabajo.

A continuación, para conocer lo que sabían sobre fauna, y en particular de fauna marina, se realizó una encuesta individual. Los resultados mostraron que la mayoría (80 %) solo conoce especies comestibles, y que pasan inadvertidas las no comestibles incluso las que viven en su entorno inmediato. Finalmente se les informó de las normas y del material que utilizara cada grupo y de llevar un cuaderno para tomar notas ya que cada grupo va a tener que realizar un informe final y responder a un cuestionario.

2ª Fase: salida al litoral

Para efectuar la salida se eligió el día con la marea más baja del mes y se inició la visita cuando la marea estaba bajando. Una vez en el litoral se organizaron los grupos (3 o 4 alumnos), entregando a cada grupo una bandeja de plástico, pinzas, bolsas, recipientes de diferentes tamaños y una lupa de mano. También se les sugirió que utilizasen su teléfono móvil para fotografiar sectores del litoral y ejemplares de diferentes especies, llevando al laboratorio solo los ejemplares que se considerasen imprescindibles.

Al iniciar la actividad se les ayudó a identificar los tres niveles intermareales (supra, meso e infralitoral). A continuación cada grupo comenzó sus observaciones e investigaciones sobre la fauna, sus adaptaciones, y las condiciones ambientales en los biotopos diferentes (González, Míguez y García, 1989), que son:

Nivel superior o supralitoral

La influencia marina está limitada a las salpicaduras y a una atmosfera saturada de agua salada, conservando ciertas condiciones terrestres. Aparece un pequeño y abundante gasterópodo marino *Littorina neritoides*, que se refugia entre las fisuras y pequeñas oquedades.

Nivel medio o mesolitoral

Abarca una zona con una gran variedad de biotopos (Figura 3): bloques, superficies horizontales, canales, cubetas, grietas y paredes, donde van localizando y observando animales con diferentes adaptaciones. Sus investigaciones se centraron en encontrar las adaptaciones que presentan las especies para resistir al empuje del oleaje, y combatir la ausencia de agua durante la marea baja. Con la lupa identificaron los caracteres adaptativos que presentaban las lapas para resistir al empuje del oleaje, y apreciaron la diferente altura de sus conchas planteando como hipótesis: “su relación con la presión del agua que tienen que soportar y la deshidratación”. También comprobaron la fuerza con que se adhieren a la roca como consecuencia de la acción de su potente pie. Otro grupo apreció el perfecto contorno de su concha, que le permite ajustarse perfectamente a la roca, y su diseño cónico, que recuerda a una cúpula, muy útil para descargar los empujes que produce el agua sobre ellas.

Otra especie estudiada fue el mejillón, observando la resistencia de las fibras del biso como órgano de fijación. Identificaron otras alternativas, como el poseer un cuerpo blando y deformable como el de las anémonas o como los erizos siempre se encuentran en las hendiduras de las rocas, en las cubetas, o alojados en cavidades.

También comprobaron como las especies con caparazón o concha disponen de algún sistema de cierre, lo que les permite el aislamiento mientras están en seco. Es el caso de los gasterópodos como las monodontas o las gíbulas, que cierran herméticamente la boca de su concha con una "puerta" circular, el opérculo.

Nivel inferior o Infralitroral

Al descender con la marea comprobaron que la biodiversidad iba aumentando, y que hay una enorme cantidad de animales bajo las piedras como respuesta al mismo problema. Las esponjas crecen pegadas a las rocas sin apenas sobresalir. Los gusanos viven en tubos calcáreos que ellos sintetizan. Incluso los peces, como el pez lapa que utiliza las aletas ventrales como ventosa para pegarse a cualquier superficie, y el pez alfiler cuya piel áspera y su cuerpo filamentoso le permite enroscarse en cualquier soporte para asegurarse la fijación.

Simultáneamente cada grupo recogió ejemplares (no más de cinco por especie) de esponjas, anémonas e hidrozoos, anélidos, moluscos, equinodermos, y peces, recordándoles la necesidad de retirarlos con cuidado y trasladarlos con las garantías suficientes para que llegasen vivos al laboratorio y después ser devueltos vivos a su medio.

3ª Fase: trabajo de laboratorio

En el laboratorio los animales se colocaron en acuarios en baja densidad para evitar mortalidades. En la primera sesión se estudió la morfología externa de una esponja, un cnidario, un poliqueto errante, un gasterópodo, un cangrejo, un erizo y un pez. También la presencia de estructuras relacionadas con adaptaciones que les ayudasen a confirmar las hipótesis formuladas en la salida al litoral (como la altura de las lapas), utilizando para ello guías de campo sencillas (Campbell, 1979; Míguez, González y García, 1996), y otras elaboradas por el profesorado.

La segunda sesión de laboratorio consistió en elaborar unas claves dicotómicas por cada grupo de alumnos observando los caracteres diferenciadores, y buscar información sobre las especies estudiadas en la sesión anterior, para saber si alguna de ellas está en peligro de extinción, y si es así cuáles son sus posibles causas.

Una vez concluida esta actividad las claves y las muestras que habían sido utilizadas para su elaboración fueron rotando, y entre todos tuvieron que "comprobar" si las propuestas contenidas en ellas eran claras, suficientes, y precisas para poder identificar las especies, y decidir si el proceso era sencillo.

Todas las observaciones, gráficos y dibujos, debían registrarlas en sus cuadernos, ya que formaron parte de la evaluación de la actividad.

4ª Fase: sesión final

La última sesión se utilizó para conocer en que medida el alumnado había conseguido los objetivos planteados. Para ello debían responder de forma individual a un cuestionario formulado sobre las cuestiones a investigar (figura 2) y cada grupo debía elaborar una hipótesis y argumentarla, sobre "cuáles serían las consecuencias para la zonación y para las especies estudiadas, si ascendiese el nivel del mar 30 cm", teniendo en cuenta la información recogida a lo largo de toda la actividad, y sus reflexiones personales sobre la misma.

Los resultados de esta sesión mostraron que el 85% reconocían que la causa era la marea, e incluso el 10% dedujeron que la fuerza del agua era el factor determinante, y el 20% optaron por señalar como condición importante el tiempo que los animales permanecían emergido. También el 60% fueron capaces de identificar todas las especies que manejaron, y solo el 15% no consiguió identificar ninguna.

Conclusiones y consideraciones didácticas

A medida que avanzó la experiencia se apreció un cambio significativo del conocimiento que sobre la fauna había manifestado el alumnado (fase 1), utilizando respuestas más maduras a medida que fueron conociendo "in situ" y de forma activa y dinámica, los hábitats de los animales, su distribución y adaptaciones (fase 2), y en el laboratorio donde observaron su morfología, estructura y comportamiento (fase 3). Además la elaboración de las claves dicotómicas (fase 3), les permitió mejorar considerablemente su capacidad de observación y manipulación, estimulando su actividad investigadora.

En la fase 4, el análisis de resultados del cuestionario puso de manifiesto que todos eran capaces de identificar espontáneamente los diferentes horizontes de zonación litoral, y en el debate final se puso de manifiesto que una pequeña variación en un una sola variable (el nivel del mar, temperatura…), implica que una determinada especie no pueda sobrevivir, lo que va a suponer un cambio en la biodiversidad. Además esta actividad favoreció el trabajo en equipo y el respeto y cuidado en el manejo de los seres vivos.

En definitiva, consideramos que esta actividad contribuye a que el alumnado al finalizar la enseñanza obligatoria tenga un conocimiento significativo de los animales más cercanos, y la función que realizan dentro de los ecosistemas, y que sean conscientes de la importancia que tiene la conservación del medio ambiente para mantener la biodiversidad.

Referencias bibliográficas

Blanco, A.; España, E.; Rodríquez Mora, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, 70, 9-18.*

Campbell, A.C. (1979). *Guía de campo de la flora y fauna de las costas de España y de Europa.* Barcelona: Omega.

González Rodríguez, C; Míguez Rodríguez, L.J.; y García Álvarez, O. (1989). "Una propuesta didáctica en ecología. Estudio comparativo de dos ecotonos marinos semejantes". *Enseñanza de las Ciencias* III Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Nº extra (I), 79-80.

Izco, J. (1994). *O Bosque atlántico*. En C. Vales (Eds.) Os bosques atlánticos europeos (pp.13-49). A Coruña: Bahía.

Míguez Rodríguez, L.; González, C.; García Álvarez, O. (1996). *Guía ecolóxica do litoral galego*. Ed. Xerais. Vigo.

Míguez Rodríguez, L. y González Rodríguez, C. (2017). La explotación de la pizarra como contexto de aprendizaje para ayudar al alumnado de bachillerato a entender las relaciones entre minería y sociedad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 25(2), 203-212.

Zabala, A.; y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.

¿Qué emociones sienten los alumnos de 6º curso de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza?

Irene del Rosal, Florentina Cañada, Mª Antonia Dávila y María Luisa Bermejo

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura

flori@unex.es

Resumen:

Este trabajo es parte de la validación de un cuestionario que pretende identificar y analizar las emociones que experimentan los alumnos en la etapa de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. La muestra de este estudio descriptivo está constituida por dos grupos de 6º curso de Educación Primaria, durante el curso escolar 2017 – 2018. Los resultados muestran que los alumnos experimentan con mayor frecuencia emociones positivas, como la alegría, la diversión o la sorpresa en los distintos contenidos que marca el currículum oficial de esta etapa educativa. El aburrimiento está más presente en aquellos contenidos relacionados con contenidos de física y química.

Palabras clave: emociones; aprendizaje; ciencias de la naturaleza; educación primaria.

Introducción

A pesar de las numerosas formas para describir el concepto “emoción”, debido a los distintos estudios que se han ocupado de dicho tema, Bisquerra (2000) intenta dar un origen a la información que nos crean las emociones, ya sea externo o interno, expresando así el término “emoción” como: “un estado complejo del organismo caracterizado por una excitación o perturbación que predispone a una respuesta organizada. Las emociones se generan como respuesta a un acontecimiento externo o interno” (p.61). Para dicho autor, cuando se produce una emoción, la persona evalúa, de forma consciente o inconsciente, un evento de acuerdo a sus objetivos personales. A partir de ese momento, existe una predisposición a la acción, que irá acompañada de cambios fisiológicos.

En el ámbito de las ciencias, es característico cómo el interés de los estudiantes comienza de forma temprana, pero se vuelve decreciente en la etapa de secundaria, considerando la ciencia como algo aburrida y poco útil en su vida diaria (Vázquez y Manassero, 2011; Pérez y de Pro, 2013).

La presente investigación, englobada dentro del proyecto del Plan Nacional (EDU2016-77007-R), está centrada en la etapa de Educación Primaria, momento en el cual comienzan a cristalizar las emociones de los estudiantes hacia las ciencias de la naturaleza.

El objetivo de nuestro estudio es realizar un primer diagnóstico de la influencia de las emociones en el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la etapa de Educación Primaria, a través de un cuestionario de elaboración propia y su posterior validez.

Metodología

Participantes

El proceso de muestreo que se ha llevado a cabo para seleccionar a los sujetos encuestados ha consistido en un muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental. La muestra está constituida por 43 alumnos de 6º curso de Educación Primaria de dos colegios públicos.

Materiales

Este estudio surge por la necesidad de validar un cuestionario de elaboración propia que nos permita conocer qué emociones experimentan los alumnos de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza ante ciertos contenidos.

Para ello, se ha revisado y analizado el currículum de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, atendiendo al Decreto 103/2014 por el que se estable el currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura. En la Tabla 1 se muestran los contenidos de estudios clasificados por bloques.

Tabla 1. Clasificación de contenidos

Bloque 1. Iniciación a la investigación científica	
Bloque 2. El ser humano y la salud	- El cuerpo humano y sus funciones. - Salud y enfermedad. Hábitos saludables. - Los órganos de los sentidos
Bloque 3. Los seres vivos	- Los animales (vertebrados e invertebrados). - Las plantas (partes y características). - La fotosíntesis - Las cadenas alimentarias. - Estudio de los diferentes ecosistemas. - La conservación del medio ambiente.
Bloque 4. Materia y energía	- Las propiedades de la materia. - Las mezclas y su separación. - Las reacciones químicas. - La medida de la masa y el volumen. - Los efectos de la fuerza. - Las fuentes de energía. - La electricidad, la luz o el calor.
Bloque 5. La tecnología, objetos y máquina	

En cuanto a las emociones, tras analizar las clasificaciones realizadas por diversos autores (Damasio, 2010; Goleman, 1996) y trabajos recientes (Borrachero, 2015; Dávila, 2015) se realiza una clasificación de las emociones en positivas (alegría, diversión y sorpresa) y negativas (tristeza, miedo, aburrimiento y nerviosismo).

Procedimiento

Para llevar a cabo nuestra investigación hemos optado por un diseño no experimental, puesto que no hemos contado con el control de una variable independiente, ni hemos llevado a cabo ninguna intervención o tratamiento. Además, se trata de un estudio transversal, puesto que se analiza el nivel y/o estado de diversas variables en un punto concreto del tiempo.

Resultados

A continuación se muestran los resultados de nuestro estudio relacionados con los diferentes bloques que conforman el currículum.

Emociones del bloque 2 "El ser humano y la salud"

En la tabla 2 se muestran las emociones que sienten los alumnos en los distintos contenidos del bloque 2. Cada alumno podía marcar varias emociones para cada contenido.

Tabla 2

		Respuestas	
		N	Porcentaje
El cuerpo humano y sus funciones	Alegría	11	23,9%
	Diversión	18	39,1%
	Sorpresa	10	21,7%
	Aburrimiento	6	13,0%
	Nerviosismo	1	2,2%
Salud y enfermedad. Hábitos saludables	Alegría	7	15,2%
	Diversión	9	19,6%
	Sorpresa	10	21,7%
	Tristeza	6	13,0%
	Miedo	4	8,7%
	Aburrimiento	4	8,7%
	Nerviosismo	6	13,0%
Los órganos de los sentidos	Alegría	15	32,6%
	Diversión	11	23,9%
	Sorpresa	6	13,0%
	Miedo	1	2,2%
	Aburrimiento	9	19,6%
	Nerviosismo	4	8,7%

En los tres contenidos analizados que conforman el bloque 2, "El ser humano y la salud", predominan emociones positivas como la alegría, la diversión y la sorpresa.

Por otro lado, las emociones negativas aparecen en menor medida en este bloque. Por ejemplo, la tristeza sólo aparece en el contenido "Salud y enfermedad. Hábitos saludables"; el nerviosismo lo identificamos en mayor medida en este mismo contenido y el aburrimiento en el contenido "Los órganos de los sentidos".

Emociones del bloque 3 "Los seres vivos"

En la tabla 3 se muestran las emociones que sienten los alumnos en los contenidos del bloque 3.

En los seis contenidos analizados que conforman el bloque 3, "Los seres vivos", de nuevo predominan emociones positivas como la alegría, la diversión y la sorpresa.

Sin embargo, emociones negativas como el aburrimiento aparece en mayor proporción en el contenido "La fotosíntesis", seguido de "Las cadenas alimentarias", "Las plantas" y "Estudio de los diferentes ecosistemas". Otra de las emociones negativas, la tristeza, aparece en mayor medida en el contenido "La conservación del medio ambiente".

Tabla 3

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Los animales (vertebrados/invertebrados)	Alegría	16	34,0%
	Diversión	15	31,9%
	Sorpresa	10	21,3%
	Tristeza	1	2,1%
	Miedo	1	2,1%
	Aburrimiento	3	6,4%
	Nerviosismo	1	2,1%
Las plantas (partes y funciones)	Alegría	15	30,6%
	Diversión	14	28,6%
	Sorpresa	12	24,5%
	Aburrimiento	8	16,3%
La fotosíntesis	Alegría	9	19,1%
	Diversión	8	17,0%
	Sorpresa	14	29,8%
	Tristeza	1	2,1%
	Miedo	1	2,1%
	Aburrimiento	10	21,3%
	Nerviosismo	4	8,5%
Las cadenas alimentarias	Alegría	13	28,9%
	Diversión	11	24,4%
	Sorpresa	7	15,6%
	Tristeza	3	6,7%
	Miedo	1	2,2%
	Aburrimiento	8	17,8%
	Nerviosismo	2	4,4%
Estudio de los diferentes ecosistemas	Alegría	12	25,0%
	Diversión	14	29,2%
	Sorpresa	8	16,7%
	Tristeza	2	4,2%
	Miedo	2	4,2%
	Aburrimiento	8	16,7%
	Nerviosismo	2	4,2%
La conservación del medioambiente	Alegría	20	41,7%
	Diversión	8	16,7%
	Sorpresa	8	16,7%
	Tristeza	6	12,5%
	Aburrimiento	5	10,4%
	Nerviosismo	1	2,1%

Emociones del bloque 4 "Materia y energía"

En la tabla 4 se muestran las emociones que sienten los alumnos en los contenidos del bloque 4.

Tabla 4. Emociones en contenidos del bloque 4

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Las propiedades de la materia	Alegría	10	22,2%
	Diversión	10	22,2%
	Sorpresa	9	20,0%
	Tristeza	1	2,2%
	Aburrimiento	15	33,3%
Las mezclas y su separación	Alegría	13	26,5%
	Diversión	13	26,5%
	Sorpresa	14	28,6%
	Miedo	1	2,0%
	Aburrimiento	6	12,2%
	Nerviosismo	2	4,1%
Las reacciones químicas	Alegría	9	18,0%
	Diversión	16	32,0%
	Sorpresa	14	28,0%
	Miedo	1	2,0%
	Aburrimiento	7	14,0%
	Nerviosismo	3	6,0%
La medida de la masa y el volumen	Alegría	14	29,8%
	Diversión	13	27,7%
	Sorpresa	3	6,4%
	Miedo	1	2,1%
	Aburrimiento	14	29,8%
	Nerviosismo	2	4,3%
Los efectos de la fuerza	Alegría	11	22,4%
	Diversión	14	28,6%
	Sorpresa	12	24,5%
	Miedo	1	2,0%
	Aburrimiento	10	20,4%
	Nerviosismo	1	2,0%
Las fuentes de energía	Alegría	11	23,4%
	Diversión	15	31,9%
	Sorpresa	9	19,1%
	Tristeza	1	2,1%
	Miedo	2	4,3%
	Aburrimiento	6	12,8%
	Nerviosismo	3	6,4%
La electricidad, la luz y el calor	Alegría	14	29,2%
	Diversión	13	27,1%
	Sorpresa	12	25,0%
	Tristeza	1	2,1%
	Aburrimiento	7	14,6%
	Nerviosismo	1	2,1%

Conclusiones

Con el presente estudio se ha realizado una primera identificación y análisis descriptivo de las emociones que experimentan un grupo de alumnos de 6º curso de Educación Primaria.

En los contenidos de los distintos bloques de estudio, predominan las emociones positivas, como la alegría, la sorpresa o la diversión. Sin embargo, también están presentes otras emociones negativas como el aburrimiento y el nerviosismo; y en menor medida el miedo y la tristeza, respectivamente.

Nuestros resultados van en la línea de los estudiosde Dávila (2015), quien encontró emociones negativas en la asignatura de Física y Química en un estudio con estudiantes de educación secundaria. Por ello, el aburrimiento como emoción negativa característica en el bloque 4 "Materia y Energía" es la antesala a posteriores emociones experimentadas en la etapa de Educación Secundaria.

De acuerdo con Damasio (2010) las emociones negativas sólo pueden ser contrarrestadas generando emociones positivas aún más fuertes. Por ello es necesario fomentar este último tipo de emociones hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que contrarresten las emociones negativas que pudieran haberse generado a lo largo de la escolaridad, y más en el comienzo de la misma.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) del Ministerio de economía y competitividad y por el Proyecto IB16068 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

Referencias bibliográficas

Bisquerra, R. (2000). Educación emocional y bienestar. Barcelona: Praxis.

Borrachero, A.B. (2015). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria.* Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Extremadura: Badajoz.

Damasio, A. (2010*). Y el cerebro creó al hombre.* Barcelona: Destino

Dávila, M.A. (2015). *Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria.* Trabajo Fin de Máster (Inédito). Universidad de Extremadura: Badajoz.

Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional.* Barcelona: Kairós.

Pérez, A. y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.). Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas. Badajoz, España: DEPROFE, pp. 495-520.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência y Educação*, *17*(2), pp. 249-268.

Análisis de las emociones en el aprendizaje bilingüe entre alumnos de Ciencias Naturales y Science

Javier Cubero[1], Martina Ramírez[2], Susana Sánchez[2] y María Luisa Bermejo[2]

[1]Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2]Área de Psicología.
Universidad de Extremadura, Badajoz

jcubero@unex.es

Resumen:

El objetivo de la presente investigación es analizar cómo afecta el idioma a las emociones del alumnado en el aprendizaje de las asignaturas de Ciencias Naturales (CCNN) y Science. Para ello hemos contado con la colaboración de 286 alumnos de dos colegios de la ciudad de Badajoz, uno con sección bilingüe en el que se estudia Science y otro sin dicha sección, en el que se estudia, por tanto, Ciencias Naturales en español. Se ha realizado un estudio descriptivo y transversal para el que se ha empleado como instrumento de recogida de información un cuestionario entre el alumnado de primaria. Las conclusiones obtenidas muestran que el idioma influye claramente a nivel emocional en el alumnado que cursa las asignaturas anteriormente mencionadas, expresando el no bilingüe más emociones positivas.

Palabras clave: emociones, educación primaria; ciencias; educación bilingüe.

Introducción

A pesar de la importancia del conocimiento de las ciencias en la sociedad actual, hay aún muchos estudiantes que no ven el lado útil de estas asignaturas ya que perciben los contenidos estudiados como aburridos, irrelevantes, no funcionales y desvinculados de su vida cotidiana (Lyons, 2006), produciéndose así un enorme rechazo y un alto índice de fracaso en los distintos niveles educativos (Pino, 2013; Gómez-Chacón, 2000).

Es por eso, aclara Pino (2013), que el profesorado debe ser conscientes de que el alumnado, durante el proceso de resolución de problemas, pueden sentir emociones tanto positivas como negativas y deben, por tanto, tener en cuenta que, mientras que las emociones positivas servirían para impulsar al alumnado a buscar una solución al problema que éste está tratando, las emociones negativas podrían bloquear dicho proceso. Encontramos, por ejemplo, dentro de estas emociones negativas la ansiedad, la cual, según señala Belbase (2010), es un fenómeno multicausal (Iriarte, Benavides y Guzmán, 2013) que se ve afectado por aspectos como el autoconcepto, la personalidad, la autoestima, la actitud de ambos padres/profesorado etc., por otro lado, autores como Linnenbrink y Pintrich (2002) señalaron que la motivación no es un rasgo estable, ni dependiente del individuo, sino que varía en función de la situación (González y Torrano, 2012).

Por eso es importante señalar que estudios como el de García-Ruiz y Orozco (2008) o Mora (2013) afirman que las emociones de los y las estudiantes pueden cambiar de negativas a positivas siempre y cuando el profesorado haga ver al alumnado la utilidad de los conocimientos que

se están tratando, utilicen una metodología innovadora en las aulas y, sobre todo, sean conscientes del contexto social en el que se desenvuelve para poder construir así procesos significativos de enseñanza-aprendizaje.

En este punto debemos también tener en cuenta que, como consecuencia de la evolución sociopolítica de la sociedad en la que vivimos, se han incluido las CCNN en los programas de enseñanza bilingüe con el objetivo de que el alumnado sea capaz de comprender y manejar la información relacionada con el mundo de la ciencia y de la tecnología (Archila, 2013). Así pues, autores como Duverger y Maillard (1996) y Coste (2001), recogido en Aragón (2007), defienden que este modelo de enseñanza bilingüe aporta beneficios lingüísticos, cognitivos y culturales al alumnado ya que, a pesar de la necesidad de la lengua materna para la adquisición de conocimientos, el empleo de una segunda lengua influye positivamente en procesos de abstracción y construcción de conocimientos.

Estos mismos beneficios son expuestos por Mora (2013) al destacar, desde el punto de vista de la Neuroeducación, los beneficios obtenidos al crear nuevas conexiones en los circuitos neuronales del alumnado. Además, este mismo autor, hace también hincapié en la necesidad de desmontar algunos *neuromitos*, como el de creer que el aprendizaje durante los primeros años de vida de dos idiomas puede generar confusión al sujeto. En este punto definimos el concepto Neuroeducación con las palabras utilizadas por Pérez-Estéban et al. (2016): la Neuroeducación es una "disciplina que intenta abordar el conocimiento de la inteligencia a través de la unión de tres áreas: Psicología, Neurociencia y Educación" (p.117).

Finalmente, y volviendo a nombrar a Archila (2013), esta autora asegura que un buen nivel cognitivo-lingüístico facilita al alumnado el aprendizaje de las ciencias ya que "el progreso en el conocimiento científico en los estudiantes está unido a la adquisición de un vocabulario y de expresiones que permitan asimilar, construir y comunicar las nuevas ideas sin ambigüedades" (p.157). Por su parte, Lemke (1997), ya consideraba el aprendizaje del idioma de las ciencias como un proceso similar al aprendizaje de un idioma extranjero como bien recogen sus palabras: "El aprendizaje de la ciencia implica aprender a hablar en el idioma propio de ésta. Implica también utilizar este lenguaje conceptual tan especial al leer y escribir, al razonar y resolver problemas y durante la práctica en el laboratorio y en la vida cotidiana. Implica aprender a comunicarse en este idioma y ser miembro activo de la comunidad de personas que lo utilizan" (p.17).

Así pues, por todo lo anteriormente mencionado nos planteamos un estudio comparativo con el objetivo de comprobar cómo afecta el idioma a las emociones de alumnos que cursan ciencias.

Metodología

El diseño del estudio realizado responde a un modelo descriptivo y transversal. La muestra, seleccionada por conveniencia, estuvo formada por un total de 286 alumnos pertenecientes a los cursos de 5º y 6º de primaria de dos centros educativos de la ciudad de Badajoz. Aunque ambos colegios presentan semejantes características socioeconómicas entre su alumnado, uno de ellos es público con sección bilingüe y el otro es concertado sin sección bilingüe, por tanto, la muestra queda repartida de la siguiente forma: un 43% de la muestra (123 estudiantes) estudia la asignatura en inglés (Science) mientras que el 57% restante (163 estudiantes) lo hacen en español (CCNN). Además, el 56% de la muestra son niños y el 44% niñas, de edades comprendidas entre los 10 y 13 años.

Respecto a la metodología de enseñanza utilizada en ambos centros es de carácter tradicional y pasiva en la que los estudiantes son receptores de los contenidos científicos, no utilizándose estrategias de enseñanza activa. En cuanto al nivel de competencia lingüística en el inglés, ambos centros tienen niveles similares, siendo inferior al nivel B1.

Para la recogida de los datos se utilizó como instrumento de medida un cuestionario basado en el Inventario de Actitudes hacia las Matemáticas (IAM), recogido en la Tesis Doctoral de Sánchez (2014), que es una adaptación y ampliación de la escala de evaluación de actitudes y las emociones implicadas en el aprendizaje de las mismas (FSS) de Fennema y Sherman (1978). Al cuestionario empleado en esta investigación se le modificó el número de ítems y la escala de valoración, reduciéndola a tres posibilidades. Aclarar también que para este estudio, dado que su objetivo es la investigación de las emociones, se manejaron ocho preguntas de las 28 totales del cuestionario.

Finalmente, el análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial de los datos se realizó mediante el software SPSS 21.

Resultados

Emociones en el estudio de CCNN y Science

Centrándonos primero en el análisis del conjunto de las emociones positivas y negativas correspondientes al alumnado bilingüe y no bilingüe, tal y como se refleja en la tabla 1, observamos que el sumatorio de los porcentajes de la frecuencia con la que el alumnado no bilingüe experimenta emociones positivas es bastante más elevado que el sumatorio de los porcentajes de la frecuencia con la que el alumnado bilingüe experimenta este mismo tipo de emociones. Ocurriendo lo contrario con las emociones negativas.

Tabla 1. "Sumatorio de los porcentajes de la frecuencia de emociones positivas y negativas experimentadas por alumnos bilingües y no bilingües"

Puntuación 3. SIEMPRE	Bilingües	No bilingües
∑ % E. Positivas	51,7 %	114,7 %
∑ % E. Negativas	64 %	53,3 %

Al analizar, en este caso, la pregunta 6. "Me divierto en clase de Science/CCNN", cuyos resultados se muestran en la tabla 2, observamos que mientras un 36,8% de los alumnos no bilingües reconoce que "siempre" se divierte en clase, tan solo un 14,8% de los bilingües ha dado la misma puntuación a la misma pregunta.

Tabla 2. "Me divierto en clase de Science/CCNN"

Pregunta 6: "Me divierto en clase de Science/CCNN"	Bilingües	No bilingües
Nunca: 1	27,8 %	12,9 %
A veces: 2	57,4 %	50,3 %
Siempre: 3	14,8 %	36,8 %

Finalmente, si analizamos la pregunta 3 del cuestionario: "Me pongo nervioso en los exámenes de Science/CCNN", podemos ver que las emociones vuelven a ser más positivas en el caso del alumnado no bilingüe que el bilingüe. En este caso, al tratarse de una emoción negativa, se considera que cuanto más baja sea la puntuación dada por la muestra, más positivo es el resultado. Así pues, nos fijaremos en el porcentaje de sujetos que han puntuado con un 1 "nunca" a la pre-

gunta planteada. Un 18% del alumnado bilingües afirman no ponerse nervioso ante un examen de Science, elevándose sin embargo el porcentaje hasta el 25,2% en el caso de los bilingües.

Tabla 3. "Me pongo nervioso en los exámenes de Science/CCNN"

Pregunta 3: "Me pongo nervioso en los exámenes de Science/CCNN"	Bilingües	No bilingües
Nunca: 1	18 %	25,2 %
A veces: 2	41 %	41,7 %
Siempre: 3	41 %	33,1 %

Hemos continuado así realizando el análisis descriptivo de todos las preguntas del cuestionario hasta valorar todas las emociones, tanto las positivas (alegría, diversión y empatía) como las negativas (aburrimiento, nerviosismo y enfado).

Una vez finalizado el análisis descriptivo, se procedió a realizar el análisis inferencial comenzando con la prueba de KS para muestras independientes, con un p = 0,009, lo que significa que se trata de una distribución no normal, o no paramétrica, de la muestra. Tras la obtención de estos resultados decidimos realizar la prueba U Mann-Whitney de muestras independientes, obteniendo una p = 0,001. Considerando todos estos datos, comprobamos, una vez más, que los alumnos del centro no bilingüe obtienen mejores puntuaciones en emociones que los del centro con sección bilingüe, o lo que es lo mismo, experimentan estadísticamente unas emociones más positivas respecto a la asignatura.

Discusión

Una vez concluido el análisis de todos los resultados sobre nuestra investigación, a través del estudio emocional frente al aprendizaje de las ciencias, podemos afirmar que los estudiantes que cursan la asignatura de CCNN en español muestran emociones más positivas que los estudiantes que cursan Science. También, tras observar los resultados del análisis que relaciona emociones con el idioma en el que se imparte la asignatura, afirmamos que éste es un factor muy influyente en los conceptos expuestos a estudio, ya que ni los niños ni las niñas que cursan Science han superado las puntuaciones de la muestra correspondiente al alumnado que estudia CCNN. Sin embargo, dado que nuestros alumnos no son excelentes en inglés y no han tenido una educación bilingüe desde la etapa de Educación Infantil, nuestros resultados son diferentes de los obtenidos en el estudio realizado por Aragón (2007) en el que se señala que el uso de una lengua extranjera durante el proceso de enseñanza de las ciencias mejora la actitud y rendimiento de los estudiantes. Como reflexión final, ante los resultados obtenidos, proponemos una investigación centrada en el aprendizaje bilingüe en ciencias desde la perspectiva de la Neuroeducación.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de investigación: DU2016-77007-R (AEI, FEDER, LIE). Y GR15009 Junta de Extremadura, FEDER.

Bibliografía

Aragón, M. (2007). Las Ciencias Experimentales y la Enseñanza Bilingüe. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4*(1), 152-175. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040110

Archila, P. (2013). La Argumentación y sus aportes a al enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*(3), 405-423.

Belbase, S. (2010). Images, Anxieties and Attitudes toward Mathematics. *College of Education.* Wyoming: University of Wyoming. Recuperado de: http://ezproxy.si.unav.es:2589/PDFS/ED513587.pdf

Coste, D. (2001). Immersion, enseignement bilingue et construction des connaissances. *Le Français dans le monde : recherches et applications"*. n° spécial pp. 86-94.

Duverger, J. y Maillard, J. (1996). *L'enseignement bilingue aujourd'hui*. Paris: Bibliothèque Richaudeau/ Albin Michel.

Fennema, E. y Sherman, J.A. (1978). Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study. *Journal for Research in Mathematics Education, 9*(3), 189-203.

García-Ruiz, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 7*(3),* 539-568.

Gómez-Chacón, I. (2000). *Matemática emocional. Los afectos den el aprendizaje matemático.* Madrid: Narcea.

González Mª. C. y Torrano, F. (2012). Perfiles de motivación y rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de educación secundaria: Utilidad del Patterns of Adaptative Learning Scales (PALS). En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas* (pp.177-215). Badajoz, España:DEPROFE.

Iriarte, C., Benavides, M. y Guzmán, M.J. (2013). Tratamiento de la ansiedad hacia las matemáticas. Una experiencia formativa con futuros profesionales de la educación. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas* (pp.149-175). Badajoz, España:DEPROFE.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, *28*(6), 591-613.

Mora, F. (2013). Neuroeducación, solo se aprende aquello que se ama. Madrid: Alianza Editorial.

Pérez-Esteban, M.D., Barragán, A.B., Martos, A., Simón, M.M., Molero, M.M., Pérez-Fuentes, M.C. y Gázquez, J.J. (2016). Antecedentes y aproximación al concepto de neuroeducación. En M.M. Molero, M.C. Pérez-Fuentes, J.J. Gázquez, A.B. Barragán, Á. Martos, M.M. Simón (Eds.), *Avances de Investigación en Salud a lo largo del Ciclo Vital* (pp. 125-130). ASUNIVEP.

Pino, J. (2013). La resolución de problemas y el dominio afectivo: un estudio con futuros profesores de matemáticas de secundaria. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas* (pp.117-148). Badajoz, España:DEPROFE.

Sánchez, B. (2014). Deberes escolares, motivación y rendimiento en el área de matemáticas (Tesis Doctoral). Recuperada de: http://hdl.handle.net/2183/13903

Influencia de las actividades prácticas sobre el rendimiento cognitivo y emocional de los alumnos de Educación Secundaria en el aprendizaje de las reacciones químicas

Mª Antonia Dávila Acedo[1], Florentina Cañada Cañada, Ana Belén Borrachero Cortés[2] y Jesús Sánchez Martín

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad de Extremadura, Badajoz. [2]Facultad de Educación. Universidad Internacional de la Rioja. Logroño

mdavilaacedo@unex.es

Resumen

Existen dificultades para diferenciar los cambios químicos de los físicos, tanto a nivel microscópico como macroscópico, pues la comprensión conceptual de ambos cambios implica la representación e interpretación de las propiedades y cambios de la materia en ambos niveles. El objetivo de esta investigación es conocer el rendimiento emocional experimentado por los alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria tras el desarrollo de actividades prácticas relacionadas con la enseñanza de las reacciones químicas. La muestra está constituida por 28 alumnos del tercer curso de ESO de un centro concertado de la ciudad de Badajoz en el curso escolar 2015-2016. Los resultados muestran que se produce un incremento en la frecuencia media de las emociones positivas experimentadas por los alumnos y un descenso de la frecuencia de las emociones negativas tras el desarrollo de actividades prácticas en el aula relacionadas con el aprendizaje de las reacciones químicas.

Palabras Clave: Emociones, aprendizaje, reacciones químicas, actividades prácticas, Educación Secundaria.

Introducción

Las reacciones químicas, también denominadas “cambios químicos”, se encuentran presentes en todos los aspectos y ámbitos de nuestra vida cotidiana. De ahí que la enseñanza de las reacciones químicas sea un contenido fundamental en el currículum de educación secundaria obligatoria.

De manera sencilla, puede decirse que un cambio químico es una transformación en la que cambia la naturaleza de las sustancias, pues éstas aparecen y desaparecen. En cambio, un cambio físico es una transformación donde la composición de las sustancias no varía.

Los alumnos elaboran sus propias ideas o concepciones alternativas sobre diversos contenidos científicos, ante la necesidad de da explicaciones a los fenómenos que se dan en su vida cotidiana. De este modo, los alumnos de Educación Secundaria poseen ideas sobre los conceptos relacionados con los cambios físicos y químicos de la materia. Entre ellas destacan la confusión entre el cambio de estado de las sustancias con cambio químico, la mezcla o disolución de sustancias con reacción química o la oxidación de hierro como cambio físico (Cañada, Melo y Álvarez, 2013). Por tanto, el cambio conceptual no solo el cognitivo, sino también emocional

y motivacional, pues para aprender es necesario poder hacerlo (capacidades, conocimiento y destrezas) y querer hacerlo (disposición, intención y motivación) (Bacete y Betoret, 2000), de ahí la necesidad de conocer tanto el conocimiento como las emociones de los alumnos hacia diversos contenidos científicos (Garritz, 2009), ya que las emociones positivas favorecen el aprendizaje mientras que las negativas limitan la capacidad de aprender.

Objetivos

En esta investigación se pretende conocer y analizar la existencia de una evolución de las emociones y del conocimiento experimentado por los alumnos del tercer curso de secundaria, antes y después del desarrollo de actividades prácticas en el aula relacionadas con la enseñanza de las reacciones químicas, cambios físicos y químicos, haciendo uso de materiales de la vida cotidiana, mediante un modelo de enseñanza basado en la investigación por descubrimiento guiado.

Metodología de Investigación

Muestra

La muestra está constituida por 28 alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de un centro concertado de la ciudad de Badajoz durante el curso escolar 2015-2016. El 46.4% de la muestra son hombres, y el 53.6 % son mujeres. Las edades de los sujetos se encuentran entre los 14 y 16 años, siendo la edad media de 15 años.

Procedimiento e Instrumento de recogida de datos

Se ha utilizado un modelo de enseñanza basado en la investigación por descubrimiento guiado como forma de enseñar ciencias, partiendo de la experiencia de los alumnos, generando en ellos la necesidad de adquirir nuevos conocimientos durante el desarrollo de las actividades prácticas.

Para ello, se ha realizado un trabajo colaborativo en grupos de tres/cuatro personas, con el fin de maximizar su aprendizaje y el de sus compañeros, compartiendo ideas, conocimientos y habilidades, guiados por el docente.

Estas actividades o experiencias prácticas están diseñadas para trabajar los siguientes contenidos:

- Cambios físicos y químicos
- Reacciones químicas. Ecuaciones y ajustes
- Tipos de reacciones químicas
- Velocidad de las reacciones químicas
- Ley de conservación de la masa.

Se han realizado tres sesiones de 55 minutos cada una. Los materiales que se utilizan son materiales propios de la vida cotidiana. En la Figura 1 se muestra el proceso de desarrollo.

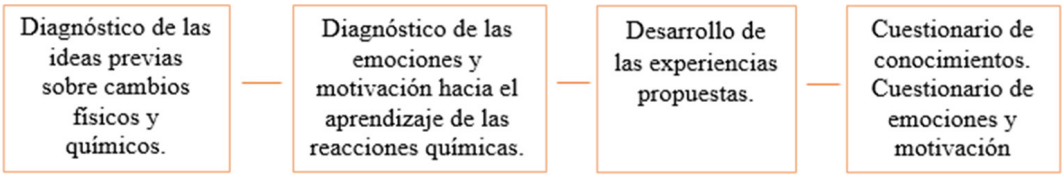


Figura 1. Desarrollo del proceso de intervención

A continuación se describen cada una de las sesiones realizadas tanto en el aula como en el laboratorio.

- ***Sesión I:*** Esta sesión comienza con el planteamiento de la primera experiencia. Se toma un cubo de hielo, se deja en la mesa y transcurrido un tiempo se observar. A la vez se propone el proceso de derretir mantequilla para cocinar. Se plantean cuestiones relacionadas con los estados de agregación de la materia y sus cambios de estados. Se introduce el concepto de cambio físico. Las experiencias que se llevan a cabo son las siguientes: Experiencia 1. Cambios de estado de la materia. La fusión del hielo. /Experiencias 2 y 3. Cuidado con las apariencias. Mezcla de sustancias. Separación de los componentes una mezcla.
- ***Sesión II:*** Esta sesión comienza con el planteamiento de un problema. Se lleva una manzana al laboratorio, se abre por la mitad y se deja encima de la mesa. Transcurridos unos minutos se observa que la manzana ha cambiado de aspecto. En este momento se introduce el concepto de reacción química, se describe la reacción de oxidación y se explica su presencia en muchos casos de nuestra vida cotidiana. Además, no sólo en los alimentos tiene lugar esta reacción sino también en los metales, que cuando se oxidan presentan una coloración diferente a medida que transcurre el tiempo. Las experiencias que se realizan son las siguientes: Experiencia 4. Cambiamos hierro por cobre/Experiencia 5. ¿Cómo pelar un huevo?/Experiencia 6. Inflar un globo sin soplar.
- ***Sesión III***: Al igual que en la sesión anterior, se lleva de nuevo una manzana al laboratorio y se corta en tres partes. La primera se deja en la mesa, la segunda se envuelve con plástico de cocina y a la tercera se le añade jugo de un limón. Transcurridos unos minutos se observan los tres trozos de manzana. El primero ha cambiado de aspecto. En el segundo trozo su cambio es menor y en el tercero no se aprecia cambio de color. En este momento se introduce el concepto de velocidad de reacción química, se describen los factores que influyen (otros ejemplos) y la importancia de los catalizadores. Se realiza la Experiencia 7. Modificamos la velocidad de las reacciones.

Para llevar a cabo esta intervención se ha elaborado un cuestionario sobre los conocimientos previos de los alumnos en relación a los cambios físicos y químicos, categorizado en tres aspectos fundamentales: definición, identificación y diferenciación de cambios físicos y químicos, concepto de reacción química y conservación de la masa. El cuestionario está constituido por diez preguntas cerradas, siendo de múltiple opción las nueve primeras. Las preguntas 1 y 2 tratan el concepto de reacción química; la pregunta 3 sobre la conservación de la masa; las preguntas de la 4 a la 9 están relacionadas con la definición y diferenciación de cambios físicos y químicos.

Además, la pregunta 10 versa sobre las emociones y motivación inicial que sienten hacia el aprendizaje de las reacciones químicas. Para ello, se ha llevado a cabo una clasificación de las emociones en positivas y negativas, a partir de las categorizaciones realizadas por Borrachero, Brígido, Costillo, Bermejo y Mellado (2013). Se han seleccionado 6 emociones positivas (alegría, confianza, diversión, entusiasmo, sorpresa, tranquilidad) y 5 negativas (aburrimiento, miedo, nerviosismo, preocupación, y tristeza), medidas a través de una escala de puntuación de tipo Likert de 11 puntos, donde 0 (nunca) y 10 (siempre). Para comprobar la consistencia interna del cuestionario del cuestionario utilizado, se calcula la fiabilidad mediante covariación entre los ítems de las diferentes escalas que lo integran. En la Tabla 1 se muestran los valores obtenidos del Coeficiente de fiabilidad de Cronbach obtenidos en cada escala de emociones, tanto positivas como negativas, obteniéndose un valor superior a 0.80, por tanto puede decirse que la fiabilidad del cuestionario es bastante buena.

Este cuestionario es completado por los alumnos en dos momentos: antes de iniciar la unidad didáctica y tras la realización de la intervención.

Tabla 1. Coeficientes de Fiabilidad.

	Coeficientes Pre-test		Coeficientes Post-test	
	α	N	α	N
Emociones positivas	.837	6	.833	6
Emociones negativas	.820	5	.801	5

Los datos fueron procesados y analizados estadísticamente en Sistema informático mediante el paquete estadístico SPSS 22.0, una vez completados los cuestionarios.

Se ha comprobado que la distribución de la muestra cumple los supuestos de normalidad mediante la Prueba K-S (p> .050). En el análisis estadístico de los datos se trabaja con un nivel de confianza del 95%.

Con el fin de comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el rendimiento cognitivo y emocional de los alumnos del tercer curso de ESO hacia el aprendizaje de las reacciones químicas antes y después de la intervención educativa, se ha realizado la Prueba T de Student para muestras relacionadas teniendo en cuenta:

- La comparación del valor medio del rendimiento cognitivo antes y después de realizar la intervención educativa.
- La comparación del valor medio de la frecuencia de las emociones tanto positivas como negativas experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas, antes y después de la intervención educativa.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos tras el análisis de los datos recogidos, tanto de las ideas o conocimiento de los alumnos sobre las reacciones químicas y los cambios físicos y químicos de la materia antes y después de la intervención educativa, así como la evolución de las emociones experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

Como puede observarse en la Figura 2, antes de la intervención, el alumnado presenta dificultades a la hora de diferenciar si una sustancia sufre un cambio químico o físico, porque un elevado porcentaje de ellos posee la idea que una mezcla o una disolución es un cambio químico. Lo mismo ocurre cuando se produce un cambio en el estado de agregación de las sustancias. Además, los alumnos que identifican con mayor claridad los cambios de estado del agua como

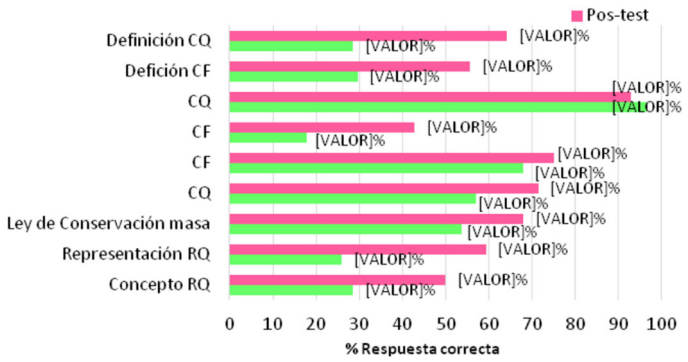


Figura 2. Evolución del porcentaje de respuesta de los alumnos

cambios físicos, cuando se les pregunta por otras sustancias distintas al agua, muestran mayor dificultad para diferenciar un cambio físico de uno químico. Esto puede ser debido a que en la mayoría de los libros de textos a menudo los ejemplos están centrados en el agua y sus cambios de estado (Cañada et al., 2013). Para superar estas dificultades y conseguir la formación de conceptos científicos correctos se han realizado las tres primeras experiencias, donde se trabaja cada uno de los aspectos anteriores.

Por otro lado, los alumnos muestran dificultades para identificar la reacción química como redistribución de los átomos, interpretar una ecuación química y comprender el principio de conservación de la masa. En cambio, identifican correctamente la oxidación y la combustión como cambio químico. En las experiencias 4 y 5 se abordan cambios químicos. Tras la intervención, se produce una evolución del conocimiento que poseen los alumnos, pues el porcentaje de respuesta correcta aumenta.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las calificaciones obtenidas en el pre-test y post test, así como los valores de la Prueba T de Student para dos muestras relacionadas con el fin de comprobar la existencia de diferencias significativas entre las calificaciones medias obtenidas en el pre-test y post-test. Como puede observarse se produce un incremento en las calificaciones medias obtenidas tras la intervención educativa.

Tabla 2. Resultados de las calificaciones medias obtenidas en el pre/post test y Prueba T para dos muestras relacionadas.

	Metodología innovadora				Metodología Innovadora	
	Pre-test		Post-test		Prueba T Student	
	$\bar{X}$	sd	$\bar{X}$	sd	t	Sig.
Calificaciones	4.88	1.06	6.34	1.14	-4.84	.000**

En la Figura 3 se representa la evolución de la puntuación media de la frecuencia de las emociones, tanto positivas como negativas, experimentadas por los alumnos hacia el aprendizaje de las reacciones químicas.

Como se ha mencionado anteriormente, se trata de un grupo de alumnos que no habían realizado trabajos prácticos o experimentales a lo largo de su etapa en Educación Secundaria, pues están acostumbrados a una metodología más tradicional, centrada en el libro de texto. De ahí la falta de interés y motivación inicial de los alumnos. Puede observarse como las emociones positivas y negativas antes de la intervención presentaban valores medios elevados, exceptuando la emoción tristeza y miedo. Tras la realización de la intervención las emociones positivas han

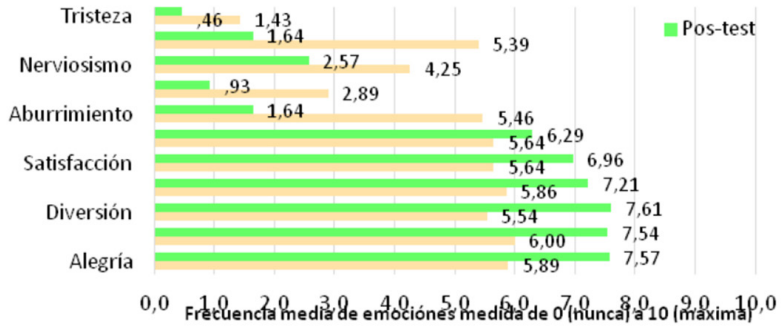


Figura 3. Evolución de la frecuencia media de las emociones antes y después de la intervención.

aumentado destacando la alegría, la confianza, la diversión, el entusiasmo y la satisfacción. En cambio, se produce un descenso en las emociones negativas, tales como aburrimiento, preocupación y nerviosismo. Esto puede deberse a que los trabajos prácticos motivan, despiertan interés y generan actitudes positivas en los alumnos, facilitando la comprensión de conceptos y teorías (Albadalejo y Caamaño, 1992), pero lo más importante es que ellos lo hacen todo.

Conclusiones

Con estas actividades se fomenta el aprendizaje significativo y el alumnado es protagonista de su propio aprendizaje, pues se toma como punto de partida las dificultades iniciales que poseen. Se fomenta la interacción y la motivación de los alumnos a través de trabajos en grupo, así como, el carácter interdisciplinar, trabajando en el aula con aspectos relacionados con la vida cotidiana.

Los resultados obtenidos muestran que, tras el desarrollo de estas actividades prácticas en el aula, los alumnos del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria superan las dificultades que presentaban al inicio, proporcionando respuestas científicamente correctas en relación a los cambios químicos y cambios físicos de la materia.

Así, podemos concluir que la estrategia planteada para el desarrollo de actividades prácticas en el aula con materiales de la vida cotidiana resulta adecuada para el aprendizaje, porque propicia el cambio conceptual, la motivación, el interés y las emociones positivas de los alumnos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación EDU2012-34140 y EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE). Se agradece la ayuda a grupos GR15009 de la Junta de Extremadura y al Fondo Europeo de desarrollo regional.

Referencias bibliográficas

Albadalejo, C. y Caamaño, A. (1992). La resolución de problemas. En C. Albadalejo, A. Caamaño y M.P. Jiménez: *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza* (pp. 128-159). Madrid: MEC.

Bacete, F. J. G. y Betoret, F. D. (2000). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista española de motivación y emoción*, *1*(11), 55-65.

Borrachero, A. B., Brígido, M., Costillo, E., Bermejo, M. L., y Mellado, V. (2013). Relationship between self-efficacy beliefs and emotions of future teachers of Physics in secondary education. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching 14* (2), 1-11.

Cañada, F., Melo, V. y Álvarez, R. (2013). ¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los sistemas materiales y los cambios químicos y físicos? *Campo abierto, 32*(1), 11-33.

Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, *20*, 212-219.

Adaptación y validación de un instrumento de diagnóstico de las estrategias motivacionales empleadas en las clases de ciencias naturales en la etapa de Primaria

Y. González-Castanedo, M.A. de las Heras, P. Saénz-López y R. Romero

Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva

yolanda.gonzalez@ddcc.uhu.es

Resumen:

El objetivo de esta investigación fue adaptar y validar un instrumento de recogida de datos que permita conocer las estrategias motivacionales que emplean alumnos de 5º y 6º de Primaria durante sus clases de Ciencias Naturales. El escaso desarrollo de este tipo de estudios, motivó la selección de tres escalas (estrategias motivacionales, locus percibido de causalidad y necesidades psicológicas básicas) empleadas en el área de Educación Física. Una vez realizada la adaptación al área de Ciencias Naturales, la validación del contenido se realizó mediante un juicio de expertos. El análisis factorial mostró los mismos factores que las escalas originales, aunque con un menor número de ítems. La versión final del instrumento mostró una aceptable consistencia interna y estabilidad temporal.

Palabras clave: Ciencias Naturales; Educación Primaria; Motivación; Cuestionario

Introducción

El desinterés por el estudio de las Ciencias está cada vez más extendido entre los estudiantes de los países desarrollados (Couso et al., 2011). El alumnado se encuentra desmotivado en la escuela a la vez que se le exige un mayor rendimiento académico.

Partiendo de la idea de que el aprendizaje social y emocional puede ayudar a mejorar la educación actual (Dusenbury y Weissberg, 2017), este estudio pretende desarrollar una de las primeras fases de una investigación encaminada a analizar la relación existente entre el bienestar y el rendimiento del alumnado de Primaria en clase de Ciencias Naturales para en una segunda fase mejorar estas variables con intervenciones de aula que tengan en cuenta la motivación y las emociones del alumnado. Esta investigación educativa se sustenta en dos grandes teorías sobre motivación, Teoría de la Autodeterminación (TAD; Deci y Ryan, 1985) y Teoría de las Metas de Logro (Ames, 1992).

Teniendo en cuenta esta premisa el objetivo de esta investigación fue adaptar y validar un instrumento de medida tipo Likert que permita conocer las estrategias motivacionales (analizar el grado de autodeterminación de la conducta), el clima motivacional (analizar si está orientado al ego o la tarea) y las necesidades psicológicas básicas (novedad, autonomía, competencia y relación con los demás) que los alumnos de Educación Primaria desarrollan durante las clases de Ciencias de la Naturaleza.

Metodología

Problemas de la investigación

El problema de investigación inicial que se propone es el siguiente: "¿Cuáles y cómo son las estrategias motivacionales, el clima motivacional y las necesidades psicológicas básicas de los alumnos de Primaria en las materias de Ciencias de la Naturaleza?"

Participantes

La selección de la muestra de estudio se llevó a cabo en un Centro Educativo de Primaria en la provincia de Huelva, siguiendo un muestreo no aleatorio (Bisquerra, 2014). En esta investigación pueden diferenciarse dos grupos de participantes del mismo centro educativo. Un "grupo piloto" de 23 alumnos participaron en el proceso test-retest. El "grupo final" está compuesto por un total de 85 alumnos. Según el género, ambos participaron de forma representativa. La calificación media obtenida por el grupo en Ciencias Naturales es elevada con un valor de 8.5.

Diseño de la investigación

La investigación que se presenta está dentro de un paradigma interpretativo utilizando una metodología cuantitativa. En concreto se desarrolla un estudio de encuesta, empleando un cuestionario como instrumento de recogida de datos. La Figura 1 muestra las fases del método de investigación empleado. El instrumento original de recogida de datos contenía tres escalas:

1 Cuestionario de Medida de las Estrategias Motivacionales en las clases de Educación Física (CMEMEF). Para conocer las estrategias motivacionales empleadas por los alumnos (clima motivacional orientado a la tarea o al ego) se ha utilizado la versión diseñada y validada por Cervelló, Moreno, del Villar y Reina (2007), basada en el modelo de intervención motivacional propuesto por Ames (1992). Esta escala contiene 24 ítems.

2. Escala de Medición de las Necesidades Psicológicas Básicas (BPNES). Con el objetivo de analizar las necesidades psicológicas básicas (autonomía, competencia, relación con los demás y novedad) que, según la Teoría de la Autodeterminación se encuentran relacionadas con la motivación se ha utilizado la Escala de Medición de las Necesidades Psicológicas Básicas publicada por Moreno, González-Cutre, Chillón y Parra (2008). Esta escala contiene 18 ítems.

3. Escala del Locus Percibido de Causalidad en Educación Física (PLOC). Para definir el grado de autodeterminación de la conducta de los alumnos (motivación intrínseca, regulación identificada, regulación introyectada, regulación externa y desmotivación) se ha utilizado la versión publicada y testada en el contexto español por Moreno, González-Cutre y Chillón (2009) a partir de la Perceived Locus of Causality Scale (PLOC) de Goudas, Biddle y Fox (1994). Esta escala contiene 20 ítems.

Estos cuestionarios fueron sometidos a una adaptación desde su formato original teniendo en consideración dos aspectos fundamentales. Los diferentes ítems fueron adaptados al área de Ciencias Naturales ya que originalmente estaban diseñados para el área de Educación Física (Ejemplo: "Porque quiero aprender habilidades deportivas" se modifica a "Porque quiero aprender habilidades científicas"). Y en segundo lugar se realizó una simplificación el lenguaje para facilitar su compresión (Ejemplo: "Practico tanto con hombres como con mujeres" se modifica a "Hago las actividades tanto con compañeros como con compañeras". Tanto la estructura como el número de ítems en cada escala se mantuvieron igual que en el formato original.

Una vez realizada la primera adaptación, se realizó la validación del contenido mediante un juicio de expertos. Se solicitó la colaboración de tres especialistas en motivación educativa y didáctica que valoraron en una escala de 0 a 5 la pertinencia y claridad de cada ítem.

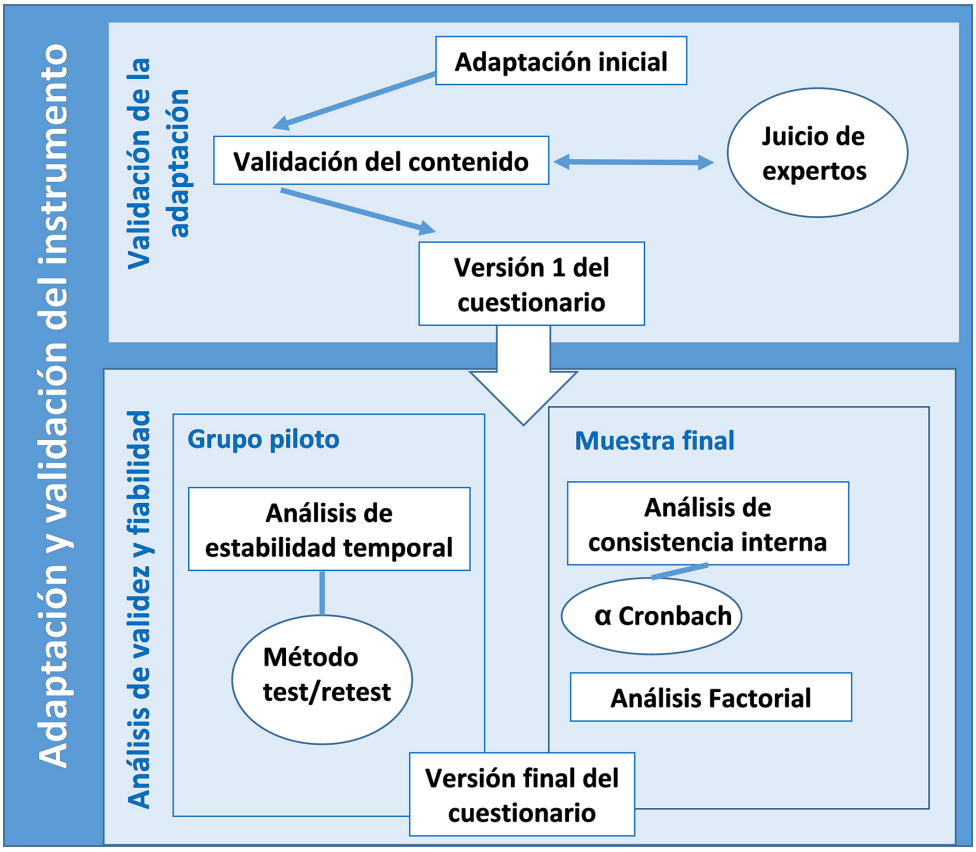


Figura 1. Esquema del diseño de la investigación para la adaptación y validación del instrumento

A continuación, se llevó a cabo un análisis de las propiedades psicométricas de la versión adaptada del cuestionario. Se realizó un análisis factorial (AF) exploratorio y un análisis de fiabilidad mediante el cálculo de alfa de Cronbach en la muestra final. El papel que cumple el AF en este estudio es de tipo exploratorio con el objetivo de analizar el grado de similitud en las dimensiones o número de factores del cuestionario adaptado y el original. Este análisis se ejecutó a través del paquete estadístico SPSS 20, previa digitalización y tratamiento estadístico de los resultados obtenidos en la muestra final. También se analizó la fiabilidad test-retetst con un grupo piloto de 23 alumnos.

Resultados

Validación del instrumento

Como resultado de la **validación de contenido** mediante juicio de expertos se mantuvieron todos los ítems considerados inicialmente. La valoración media para cada ítem teniendo en cuenta los criterios de claridad del lenguaje y la relevancia fue superior a 3.5, valor de referencia según Abad, Olea, Ponsoda y García (2011).

La **estabilidad temporal** fue medida mediante el procedimiento test-retest. El cuestionario fue cumplimentado por 23 alumnos del grupo piloto. Una vez transcurridos 20 días llevaron a cabo el re-test. Se calculó el factor de correlación de Spearman (r) para los diferentes factores de las tres sub-escalas obteniendo valores de correlación significativa al nivel de 0.05 en todos los casos considerándose de aceptable (r=0.560 valor mínimo obtenido en el factor COMPETENCIA) a buenas correlaciones (r=1.00 valor máximo obtenido en los factores MOTIVACIÓN INTRíNSECA y REGULACIÓN EXTERNA).

La **consistencia interna** fue medida mediante el coeficiente alfa (α) de Cronbach. Éste coeficiente fue calculado a partir de los resultados obtenidos en la muestra final (85 alumnos). El valor obtenido fue de 0,637 considerando las tres escalas en su conjunto por lo que podría considerarse como CUESTIONABLE según (George y Mallery, 2003). Si consideramos las escalas por separado los valores fueron: escala CMEMCCNN: 0,747 considerado como ACEPTABLE; escala PLOC: 0,529 considerado como POBRE; escala BPNES: 0,747 considerado como ACEPTABLE. Estos resultados podrían indicar la necesidad de aumentar el número de alumnos encuestados.

Para evaluar la estructura factorial de la escala se llevó a cabo un **análisis exploratorio de componentes principales**. Todas las variables siguen una distribución normal como recomiendan Curran et al. (1996) (Sig>0,05) a excepción de las variables R. Identificada, Desmotivación y Relación con los demás. Igualmente, la aproximación a la continuidad era adecuada ya que como mínimo tenía 5 opciones de respuesta (Lloret et al., 2014).

El porcentaje de correlaciones entre las variables de estudio en cada escala fue significativo (53%, 34% y 55%) asegurando un grado muy aceptable de multicolinealidad. La medida de la adecuación muestral KMO obtuvo un valor de 0,716 en la escala CMEMMCCNN, 0.624 en la escala PLOC y 0.691 en la escala BPNES. El test de esfericidad de Barlett resultó estadísticamente significativo en todas las escalas (significación $p < 0.01$), por lo que la adecuación de nuestros datos a un modelo de análisis factorial era buena y podíamos rechazar la hipótesis nula de variables iniciales.

El número de factores identificados en las tres escalas se ajustaba a la estructura inicial propuesta para el instrumento. Los factores extraídos explican un elevado porcentaje de la varianza total (escala PLOC, 72,6%, escala BPNES, 70,8%, y escala CMEMCCNN, 50,3%). Solamente en la primera escala se obtuvo un valor algo inferior al considerado como referente para una investigación enmarcada en las Ciencias Sociales (60%).

Versión final del instrumento

El formato final del cuestionario contiene todas las variables o dimensiones originales en las tres escalas, a pesar de haber reducido bastante el número de ítems. El instrumento en su versión final (Tabla 1), se presenta como un único cuestionario compuesto por tres bloques de ítems: CMEMCCNN (11 ítems), PLOC (11 ítems) y BPNES (10 ítems). Al inicio se incluye un formulario personal en el que el alumno indica el curso y centro de estudios, género, edad y última calificación en Ciencias Naturales.

Tabla 1. Versión final de las tres escalas (CMEMCCNN, PLOC y BPNES) del cuestionario

Escala 1. Cuestionario de Medida de las Estrategias Motivacionales en las clases de Ciencias Naturales (CMEMCCNN).
En las clases de Ciencias de la Naturaleza…
1. Sólo se evalúa el resultado final, sin importarle si progreso
2. Tengo tiempo suficiente para hacer las tareas que me proponen
3. Tengo la oportunidad de mejorar lo que ya sabía
4. Nos animan a esforzarnos para progresar y mejorar
5. Siempre nos agrupan de la misma forma
6. Nos evalúan por hacer las cosas cada vez mejor
7. Realizamos pocas tareas nuevas
8. Sólo se preocupan por los alumnos mejores
9. Me corrigen comparando con mis compañeros

10. Me deja el tiempo necesario para realizar correctamente las tareas propuestas
11. Estamos casi todo el tiempo escuchando
Escala 2: Escala del Locus Percibido De Causalidad Ciencias Naturales (PLOC)
Participio en esta clase de Ciencias de la Naturaleza…
Porque las Ciencias de la Naturaleza son divertidas
2. Porque quiero que el profesor/a piense que soy un/a buen/a estudiante
3. Pero no sé realmente por qué
4. Porque disfruto aprendiendo nuevas habilidades
5. Porque es importante para mí hacerlo bien en Ciencias de la Naturaleza
6. Porque eso es lo que se supone que debo hacer
7. Porque quiero mejorar en Ciencias
8. Porque quiero que los/as otros/as estudiantes piensen que soy inteligente
9. Pero realmente siento que estoy perdiendo mi tiempo en Ciencias de la Naturaleza
10. Porque esa es la norma
11. Pero no entiendo la utilidad de lo que aprendo en Ciencias de la Naturaleza
Escala 3: Escala de Medición de las Necesidades Psicológicas Básicas (BPNES)
En mis clases de Ciencia de Ciencias de la Naturaleza…
1. Creo que descubro cosas nuevas
2. Siento que hago cosas novedosas
3. La forma de realizar los ejercicios coincide perfectamente con la forma en que yo quiero hacerlos
4. Realizo los ejercicios bien
5. Me relaciono de forma muy amistosa con el resto de compañeros/as
6. Siento que a menudo hay novedades para mí
7. Los ejercicios los hago muy bien
8. Siento que puedo hablar con mis compañeros/as con libertad
9. Tengo la oportunidad de elegir cómo realizar los ejercicios
10. Me siento muy cómodo/a con los compañeros/as.

Conclusiones

El objetivo de este estudio fue adaptar y validar un instrumento de recogida de datos sobre estrategias motivacionales en alumnos de Primaria en clases de Ciencias Naturales. Se han realizado diferentes análisis para determinar la validez y fiabilidad del instrumento. Entre ellos, para determinar la estructura factorial del cuestionario se ha realizado un análisis factorial del cuestionario obteniendo los mismos factores que las escalas originales, aunque con un menor número de ítems que miden cada variable. Así la versión final del cuestionario está compuesto de 11 ítems en la sub-escala sobre las estrategias motivacionales, 11 ítems en la sub-escala de locus percibido de causalidad y 10 ítems en la sub-escala de necesidades psicológicas básicas. Los resultados con estas modificaciones muestran parámetros aceptables de estabilidad temporal y consistencia interna. No obstante, este estudio presenta una serie de limitaciones principalmente relacionadas con el tamaño del grupo de participantes. Sería interesante en futuras investigaciones, aumentar la muestra con alumnos de la misma etapa educativa.

Referencias

Adad, F.J., Olea, J., Ponsoda, V. y García, C. (2011). *Metodología de las ciencias del comportamiento y de la salud*. Madrid: Síntesis.

Ames, C. (1992). Achievement goals, motivational climate and motivational processes. En G. C. Roberts (Ed.) *Motivational in sport and exercise* (161-176). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bisquerra, R. (coord). (2014). Metodología de la investigación educativa (4ª ed.). Madrid: *La Muralla*.

Cervelló, E., Moreno, J. A., del Villar, F., y Reina, R. (2007). Desarrollo y validación de un instrumento de medida de las estrategias motivacionales empleadas en las clases de educación física. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 2(2), 53-72,

Couso, D., Jiménez, M.P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J.M. y Sanmartí, N. (2011). Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España (ENCIENDE). Madrid: COSCE.

Curran, P. J., West, S. G. y Finch, J. F. (1996). Therobustness of test statisticst ononnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1, 16-29.

Deci, E. L., y Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum.

Dusenbury, L., & Weissberg R. P. (2017). Social Emotional Learning in Elementary School: Preparations for Success. Edna Bennett Pierce Prevention Research Center, Pennsylvania State University

George y Mallery (2003). SPSS for Windows stepbystep: A simple guide and reference. 11.0 update (4ª ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Goudas, M., Biddle S., Fox K., (1994). Perceived locus of causality, goalorientations, and perceived competence in school physical education classes. British Journal of Educational Psychology, 64, 453-63.

Lloret, S., Ferreres, A., Hernández, A. y Tomás, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y ampliada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169.

Moreno, J. A., González-Cutre, D., Chillón, M., y Parra, N. (2008). Adaptación a la educación física de la escala de las necesidades psicológicas básicas en el ejercicio. *Revista Mexicana de Psicología,* 25(2), 295-303

El uso de las redes sociales en el aula de ciencias ¿debe ser una obligación o no?

Antonio A. Lorca Marín, Yolanda González Castanedo y Emilio Delgado Algarra

Departamento de Didáctica Integradas. Universidad de Huelva

antonio.lorca@ddcc.uhu.es

Resumen

El estudio que se presenta, describe en particular sobre alumnos en formación para maestros, lo que en un estudio nacional se presenta en los últimos años de manera bianual por el FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) sobre la percepción social de la ciencia y tecnología (a continuación CYT).

Las RRSS son uno de los medios que más éxito tienen entre los jóvenes y por tanto los centros educativos no pueden permanecer ajenos, máxime cuando puede ser el origen o el refuerzo de concepciones alternativas.

Centrándonos solo en algunos ítems del estudio general, abordamos aquellos que acercan el comportamiento de nuestros alumnos ante las Redes Sociales (RRSS) y su uso como medio informativo. Entendiendo que la influencia de estos y las concepciones que generan influyen notablemente en la manera que entienden los conceptos de nuestras asignaturas de ciencias. El pensamiento crítico y la alfabetización científica se muestran clave como herramientas para abordar la sobreinformación que recibimos y el conocimiento del contexto del que reciben la información, indispensable para su formación en las aulas.

Palabras clave: Formación, Redes Sociales, Didáctica, Ciencias Experimentales

Introducción

Aunque inicialmente las RRSS nacieron como medios de comunicación y relación interpersonal, se han convertido en un medio de información en el que participan más del 67.6 % de la población en España según el INE (Instituto Nacional de Estadística). Sin duda, la invasión en los últimos años de las RRSS ha modificado no solo la cantidad que le dedicamos de tiempo, sino además nuestro comportamiento a la hora de afrontar nuestra jornada de ocio. En este sentido, estamos durante largos periodos en una fuente de información continua de imágenes, videos, gifs, etc., convirtiendo en un bien preciado, la información que se muestra.

Existe ciencia en la publicidad (Jiménez-Liso et al, 2000), en las noticias (Jiménez-Liso et al, 2010), en las películas, en la TV, en los centros y museos de ciencia, en Internet (De Pro, 2011), en los videojuegos (Lorca-Marín, 2014) y por supuesto, también en las RRSS. Este contexto obliga a pasar *de una necesidad* a *una obligación* la de conectar los aprendizajes de contextos no formales con aquellos que se imparten en los centros educativos.

Según el análisis de los datos de la EPSCYT (2016), las generaciones más jóvenes acceden a la información científica a partir de un uso más intenso y diverso de recursos y canales online de corte no periodístico (redes sociales, plataformas de vídeo tipo Youtube, de Wikipedia, mensajería instantánea tipo WhatsApp o Snapchat, blogs y foros, etcétera).

Cuando se forma a futuros formadores, una de las principales cuestiones que se suscita es qué tipo de saberes deseamos que construyan (Vázquez-Bernal y Lorca-Marín, 2014). Así, nuestra formación no debe abordar solo el tratamiento de contenidos (en sus distintas vertientes, conceptuales, procedimentales y actitudinales) sino además el análisis que de estos se tratan en los distintos contextos que rodean al alumno. Es por ello que la inclusión en estas, debe hacerse desde el conocimiento y poniendo a su servicio cuantos recursos sean necesarios por parte de nuestros alumnos y profesores, así como por parte de los responsables de éstas. (Lorca-Marín et al, 2012)

En relación a esta realidad social, en la que se mueve el alumnado, nos interesa utilizar tales destrezas y habilidades para desarrollar otros hábitos relacionados con la docencia: comunicación, diversión, motivación…" (Lorca-Marín et al, 2014)

Problema de la Investigación: ¿nivel de interés y modo de información en relación a la CYT tienen los maestros en formación del grado de primaria?

Debemos abordar el planteamiento en forma de pregunta, de modo que guíen tanto la investigación, así como el instrumento de análisis, entendiendo éstos como aquellos instrumentos que posibilitarán examinar la información obtenida y guíen hacia la resolución de los problemas (Lorca-Marín et al, 2016).

Para dar respuesta al problema de investigación, lo abordamos a través de dos subproblemas, el primero de ellos, en relación al interés y la formación. Los ítems 1,2, 3 y 4 (ver tabla I), nos sirvieron como instrumento de primer nivel o recogida de información.

Para buscar la respuesta al subproblema dos, modo en el que se acercan a la CyT, seleccionamos los ítems 5, 6 ,7 y 8.

Tabla I. Instrumento de primer orden para abordar el problema de investigación

Items	Pregunta
1	A DIARIO RECIBIMOS INFORMACIONES Y NOTICIAS SOBRE TEMAS MUY DIVERSOS. DÍGAME, POR FAVOR, SI ENTRE DE ENTRE TRES TEMAS SOBRE LOS QUE SE SIENTA ESPECIALMENTE INTERESADO/A ESTA LA CIENCIA Y TECNOLOGIA.
2	SE CONSIDERA INTERESADO EN CADA UNO DE ESTOS MISMOS TEMAS. CIENCIA Y TECNOLOGÍA
3	SE CONSIDERA INFORMADO/A CADA UNO DE ESTOS MISMOS TEMAS. CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
4	VAMOS A HABLAR AHORA DE SU FORMACIÓN. ¿DIRÍA UD. QUE EL NIVEL DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA QUE HA RECIBIDO ES…?
5	NOS GUSTARÍA SABER A TRAVÉS DE QUÉ MEDIOS SE INFORMA UD. SOBRE TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
6	SE INFORMA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA A TRAVÉS DE INTERNET. DÍGAME, POR FAVOR, ¿A TRAVÉS DE QUÉ MEDIOS EN CONCRETO?
7	ME HA DICHO QUE SE INFORMA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA A TRAVÉS DE LAS REDES SOCIALES. DÍGAME, POR FAVOR, ¿A TRAVÉS DE QUÉ MEDIOS EN CONCRETO?
8	QUÉ NIVEL DE CONFIANZA LE INSPIRA INTERNET

Nota. Se muestran las cuestiones extraídas del informe FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) sobre la percepción social de la ciencia y tecnología 2014.

De cara a afrontar estos planteamientos, nuestra hipótesis de partida es que el nivel de interés por los contenidos relacionados con las ciencias y tecnologías que presentan es bajo de manera general, siendo las redes sociales su principal medio de información para estas cuestiones.

Metodología

Procedimiento

El periodo de recogida de información se hizo coincidir con el periodo lectivo de tres cursos consecutivos, 2015/16, 2016/17 y 2017/18. Para lo que se pidió la colaboración y que actúan como informantes a los alumnos de cuarto curso del grado de Primaria de la Universidad de Huelva.

En cuanto a la recogida de la información, se seleccionó aquellos ítems relacionados con el interés y modo de información del informe que en 2014 presentó el FECYT sobre Percepción social de la ciencia y la tecnología (ver anexo 1). Estos lo dividimos en dos partes diferenciadas, una hacia el interés hacia la ciencia y la tecnología y un segundo dirigida hacia el cómo se informan sobre estos contenidos. El instrumento que se seleccionó para muestrear fue un formulario online de google forms, ya que éste nos permite la rápida recogida de información y su tratamiento posterior.

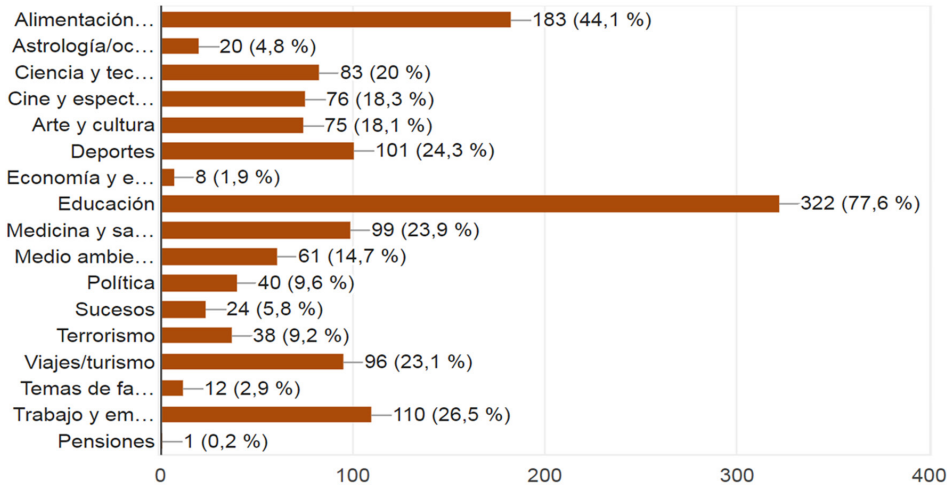
Así, los datos obtenidos se trataron mediante paquete estadístico SPSS realizándose un análisis de frecuencias. El análisis exploratorio, basado en el cálculo de estadísticos descriptivos (medias, modas, varianza, etc.), completados con pruebas, que, según las características de los datos, serán de índole no paramétricas (Ji-cuadrado, U de Mann-Whitney, H de Kruskal-Wallis etc.) y completado con gráficos de distinto tipo según el caso, estableciendo un nivel de significación de p=0,05.

Participantes

En la presente investigación participaron un total de 392 informantes, todos ellos alumnos de cuarto y último curso del grado de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Huelva. Del total, 120 (30.6%) fueron del curso 2015/16, 182 (46.4%) del curso 2016/17 y, por último, del curso 2017/18, 90 (23.0%).

Resultados y Discusión

En la gráfica I, se representan la frecuencia y porcentaje sobre el interés de los informantes sobre distintos temas propuestos, en ella se observa como la CyT está seleccionada por un 20% (83) de nuestros informantes, siendo la Educación (de esperar por el contexto del estudio), la alimentación y el trabajo y el empleo, los temas de mayor interés.



Gráfica 1: Representación de los porcentajes de elección en la variable interés ordenadas por una selección de temas. Alimentación y consumo, Astrología/ocultismo, Ciencia y Tecnología, Cine y espectáculos, Arte y Cultura, Deportes, Economía y empresas, Educación, Medicina y Salud, Medio Ambiente y ecología, Política, Sucesos, Terrorismo, Viaje/turismo, Temas de famosos, Trabajo y empleo, Pensiones.

En un análisis de los datos entresacados de los distintos informes FECYT se observa que el interés informativo por la CyT se ha incrementado a nivel nacional pasando del 9,6% en 2008 al 15,1% en 2014 y nuestra muestra llega a 20%. Así, cuando se le pregunta directamente por su interés por la Ciencia y Tecnología, solo un 9.4% (37) reconocen su interés y no existen diferencias significativas entre los tres cursos ($\chi 2$ (1, N=392) =.07; p=.17)

Cuando se les pregunta sobre si se encuentran informados en ciencias y tecnología los resultados muestran (M= 5.24; DT=2.14), obsérvese una gran variabilidad los datos que presenta e inferior al que presenta el informe FECYT (2014), con valor de 6,5 frente al total. Sin embargo, no existen diferencias significativas, una vez analizados los datos por curso (H=.19, g.l.=2, p=.9)

En la tabla II se muestra el nivel de formación considerado por los informantes distribuidos por curso y en general.

Tabla II. Medias de nivel de formación por curso (valores tomados de 0 a 10)

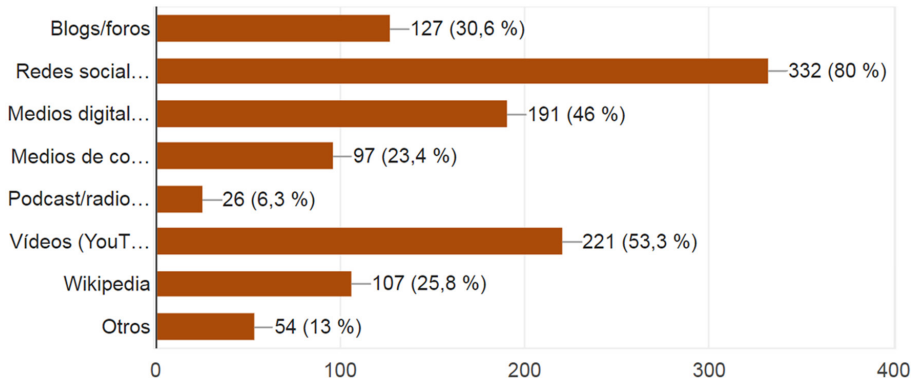
Curso	Media	Desv. Tip.
2015/16	5.68	1.92
2016/17	5.09	1.88
2017/18	5.41	1.74
Total	5.34	1.87

Nota. Se muestran los índices resumen (media y deviación típica) del nivel de formación por curso y en general (en filas).

Cuando comparamos los grupos por curso (análisis ANOVA) nos encontramos que existen diferencias significativas entre los tres grupos (F(2,392)=3.61; p=.028). En cualquier caso, es un nivel no es alto cuando hablamos a nivel académico nos referimos.

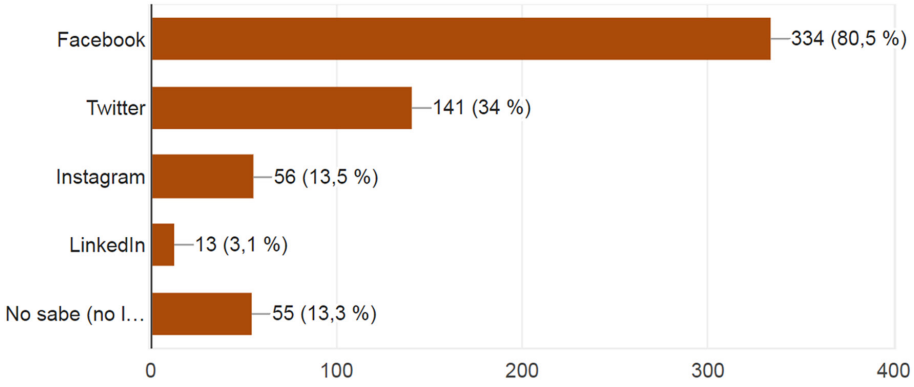
Los resultados en cuanto al Cómo (a través de qué medio) se informan sobre CyT nuestros informantes, los resultados nos indican que el 95.4% (374) lo hacen a través de internet (marcados como primera o segunda opción) no existiendo diferencias significativas por curso ($\chi 2$ (2, N=392) =1.54; p=.464). Este valor es significativamente mayor frente al 56.7% elegidos a nivel nacional y que se presenta en el informe FECYT (2014)

Para dar respuesta a qué medio de los que podemos encontrar en internet usan concretamente, como podemos ver en la gráfica 2, el 80% de nuestros informantes usan las RRSS como primer medio, seguido de Youtube con un 53.3%



Gráfica 2: Representación de los porcentajes de elección en la variable medio. De entre las categorías: Blogs/foros, Redes sociales (Facebook, Twitter, etc.), Medios digitales generalistas (El País, El Mundo, etc.), Medios de comunicación digitales especializados en ciencia y tecnología, Podcast/radio por Internet, Vídeos (YouTube o páginas similares), Wikipedia y Otros

En la gráfica 3 se muestran el porcentaje de elección de los informantes entre las redes sociales más habituales, siendo la de Facebook la más usada con un 80.5%



Gráfica 3: Representación de los porcentajes de elección en la variable *redes*. De entre las categorías: Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn, No leen.)

Los valores que se presentaron en el informe FECYT (2014), representaban a las redes sociales en un 54.3% y de estas, a Facebook, en un 91.8% y a twitter en un 47.7%

Por último, en relación al último planteamiento ¿qué nivel de confianza le inspira internet?, en la tabla III se muestra la media y desviación típica considerada por los informantes distribuidos por curso y en general.

Tabla III. Medias de nivel de confianza en internet por curso (valores tomados de 0 a 10)

Curso	Media	Desv. Tip.
2015/16	5.57	2.09
2016/17	5.62	2.04
2017/18	5.38	2.24
Total	5.55	2.09

Nota. Se muestran los índices resumen (media y deviación típica) del nivel de confianza en internet por curso y en general (en filas).

Cuando comparamos los grupos por curso (análisis ANOVA) nos encontramos que respecto a la formación media no existen diferencias significativas entre los grupos ($F(2,392)=.41$; $p=.664$). Esta media se aproxima bastante al 5.75 que muestra FECYT (2014) en su informe.

Conclusiones

El análisis de los datos nos indica que nuestros alumnos no presentan un interés relevante por la CyT. Siendo la educación (de esperar por el contexto), la alimentación e incluso el trabajo y el empleo cuestiones que suscitan mayor interés que los contenidos sobre CyT. Dato que podemos relacionar con el esperado por su formación reconocida, ya que, sin entrar en una evaluación profunda, es de nivel bajo (mostrado) para el de esperar para alumnos universitarios. Inferir en el corte longitudinal del estudio a lo largo de un trienio y que no existen diferencias a lo largo de los cursos.

Nuestros alumnos acceden a la información científica a partir de un uso más intenso y diverso de recursos y medios online (redes sociales, youtube, etc.), por lo que internet se presenta como primer medio de información y en el cual, llegan a mostrar un nivel de confianza medio.

En cuanto al medio más utilizado de entre los que internet nos brinda, los que citan redes sociales como medio de acceso a la información científica, hay poca variación en el porcentaje de uso de Facebook entre los distintos cursos (en todos los casos este se sitúa por encima del 80%. Aunque siguen citando en primer lugar a Facebook, mencionan también un uso más intensivo de Twitter e Instagram que en las generaciones inmediatamente más mayores.

Podemos concluir que para una adecuada planificación docente en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias entendemos existe una necesidad de afrontar estos contextos en el aula. Este uso de las redes sociales en el aula, se deben entender como un nuevo contexto que nace como resultado de los cambios de hábitos que se está experimentando en la sociedad y por tanto el sistema educativo no puede mirar hacia otro lado. Buenas prácticas donde las redes sociales estén presentes como recurso, se presenta como un nuevo contexto para el tratamiento de contenidos en el aula, así el pensamiento crítico y la triangulación de la información, objetivos generales para los docentes en la escuela de hoy.

Referencias bibliográficas

De Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación en secundaria. En A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la física y la Química* (pp. 13-33). Barcelona: Graó-Me.

FECYT (2014) *Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014.* Madrid: FECYT. Recuperado de: https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana

FECYT (2016) *Informe sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2016.* Madrid:FECYT Recuperado de: https://icono.fecyt.es/informes-y-publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana

Jiménez-Liso, M. R. (2000). «*Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*» (Tesis doctoral inédita). Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada. Granada

Jiménez-Liso, M. R., Hernández-Villalobos, L., y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias, 7*(1), 107-126.

Lorca-Marín, A.A., Vázquez-Bernal, B. y Wamba Aguado, A.M. (2012). Una mirada al medio natural, social y cultural a través de las redes sociales. José Manuel Castiñeira (Ed.) XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 683-690). Santiago de Compostela, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela-APICE.

Lorca-Marín, A. A., Vázquez-Bernal, B., y Rosa, S. (2014). Los videojuegos para el profesorado en formación inicial de educación infantil en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. En M. A. De las Heras, A. Lorca, B. Vázquez Bernal, A. Wamba y R. Jiménez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante. XXVI encuentro de didáctica de las ciencias* (pp. 781-788). Huelva: Universidad de Huelva.

Lorca-Marín, A.A., Cuenca, J. M., Vázquez-Bernal, B. y Lorca, J. A. (2016). ¿Qué concepciones tienen los docentes en ejercicio y en formación inicial, sobre el uso didáctico de los videojuegos? En J. L. Bravo Galán (Ed.) 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 543-551). Badajoz: UEX-APICE.

Vázquez-Bernal, B., y Lorca-Marín, A. A. (2014). La construcción del conocimiento escolar de las ciencias de la naturaleza en el grado de maestro de educación infantil. En J. J. Maquilón Sánchez, y J. I. Alonso Roque (Eds.), *Experiencias de innovación y formación* (pp. 1-11). Murcia: AUFOR/Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

¿Qué emociones y actitudes presenta el alumnado de Educación Primaria ante competencias STEM?

Guadalupe Martínez-Borreguero, Milagros Mateos-Núñez y Francisco Luis Naranjo-Correa

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura

mmarbor@unex.es

Resumen

Estudios en el marco de la didáctica revelan que tanto las emociones que manifiestan los estudiantes ante las diferentes materias, así como la percepción que tienen ante las mismas, son factores que condicionan de manera significativa el proceso educativo. El objetivo general del estudio ha sido analizar el dominio afectivo y competencial ante contenidos STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) en el alumnado de Primaria. La muestra ha estado formada por 690 alumnos de 8 a 12 años. Como instrumento de medida se han diseñado dos cuestionarios, uno enfocado a la componente emocional y otro a la competencia científico-tecnológica mostrada por los sujetos en contextos reales. Los resultados revelan una tendencia favorable hacia el campo científico-tecnológico por parte de los alumnos de primaria, predominan las emociones positivas y se sienten competentes en este área.

Palabras clave: Educación Primaria; Dominio afectivo; Competencias STEM; Autoeficacia científica.

Introducción

Estudiar el dominio afectivo de los estudiantes hacia las áreas de ciencias es un tema muy abordado desde hace unos años (Mellado et al., 2014) debido, en gran parte, al aumento del declive académico en el campo científico-tecnológico. Algunos autores (Dávila, Cañada, Sánchez y Mellado, 2016) señalan que las actitudes y emociones que muestran los alumnos en las áreas de ciencias resultan preocupantes, sobre todo en la etapa Secundaria o incluso en la etapa de formación del profesorado de Educación Primaria (Cañada, Martínez y Naranjo, 2017). La aparición de actitudes y emociones negativas hacia las asignaturas científicas está afectando considerablemente no solo al progreso escolar de los estudiantes, sino también a la elección de los estudios superiores produciendo un importante descenso de las vocaciones científicas (Rocard, 2007). Por ello, comprender las actitudes y emociones del alumnado en un área eminentemente procedimental como las ciencias, es un proceso que exige abordar nuevos espacios pedagógicos con el fin de explicar la ansiedad o inseguridad que perciben los alumnos en determinados momentos para poder mejorar su competencia científica, entrelazando los resultados de aprendizaje con las actividades de enseñanza (Gil y Díaz, 2012). Autores como García y Orozco (2008) señalan que el principal problema está en las creencias de los docentes de que las actividades científicas son difíciles de realizar, que sólo pueden ser llevadas a cabo por especialistas, y que dentro del aula-clase puede resultar difícil llevarlas a cabo con éxito. Otros autores (Martínez, Cañada, Naranjo y Dávila, 2017) muestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las diferentes variables emocionales en función de la metodología utilizada por el docente en las clases de ciencias. Concretamente, sugieren la necesidad de potenciar actividades científicas que mejoren

tanto la competencia científica como la emocional en los maestros en formación. Otros estudios (Borrachero, Brígido, Gómez, Bermejo y Mellado, 2012) resaltaron en su investigación que las creencias de autoeficacia y la percepción positiva de uno mismo, puede mejorar el nivel competencial y el nivel emocional. Por otro lado, para poder lograr un cambio positivo de actitud hacia las ciencias y su enseñanza, es necesario que los docentes tomen conciencia de sus propias actitudes y así, posteriormente podrán desarrollar actitudes favorables a través de la confianza en sí mismos, y de la reflexión sobre su propia práctica docente (García y Orozco, 2008).

La presente investigación sigue la línea de estudios previos (Pell y Jarvis, 2001; Vázquez y Manassero, 2011) que resaltan que en las primeras edades escolares priman los sentimientos positivos y unas aptitudes científicas acordes al conocimiento adquirido en el aula. Se presenta por lo tanto un análisis general acerca de las actitudes y competencias adquiridas en la etapa primaria con el fin de contrastar que no será hasta la Educación Secundaria cuando las emociones favorables hacia las ciencias y, por consiguiente, el progreso académico, empiecen a decaer.

Metodología

Los objetivos específicos perseguidos han sido:

Objetivo 1: Analizar las emociones que experimenta el alumnado de Educación Primaria hacia las diferentes asignaturas de ciencias de su etapa escolar.

Objetivo 2: Comprobar el nivel actitudinal y competencial en áreas STEM del alumnado de Educación Primaria.

El diseño de la investigación llevada a cabo es de tipo no experimental mixto, con análisis estadístico descriptivo e inferencial de las variables objeto de estudio. La muestra, seleccionada al azar mediante muestreo probabilístico, ha estado formada por 690 alumnos de diferentes centros escolares divididos en dos grupos en función del objetivo de investigación planteado.

Concretamente, para la consecución del objetivo 1, se contó con 444 alumnos de 3º, 4º, 5º y 6º de Educación Primaria (muestra 1). Como instrumento de medida, se diseñó un cuestionario cerrado (Cuestionario 1) basado en trabajos previos de nuestro grupo de investigación (Cañada, Martínez, y Naranjo, 2017; Dávila, Cañada, Sánchez y Mellado, 2016; Dávila, Borrachero, Martínez, y Sánchez, 2015). Estaba compuesto por una tabla de emociones en la que los encuestados debían puntuar con 0 (nunca lo siento), 1 (a veces lo siento), 2 (la mayoría de las veces lo siento) o 3 (siempre lo siento) un total de 7 emociones. Se escogieron tres emociones positivas (Alegría, Diversión y Confianza) y cuatro emociones negativas (Tristeza, Asco, Miedo y Enfado). Los sujetos participantes debían indicar las emociones que experimentaban para cada una de las asignaturas comunes que conforman la etapa de Educación Primaria.

Por otro lado, para la consecución del objetivo 2, se contó con la participación de 246 alumnos de 4º, 5º y 6º de primaria (muestra 2). Como instrumento de medida se diseñó un cuestionario cerrado (Cuestionario 2), formado por 21 ítems con cuatro opciones de respuesta. Las preguntas se clasificaron en dos categorías. La categoría 1 estaba configurada por preguntas que indagan en las actitudes de apreciación o desaprobación hacia aspectos o situaciones cotidianas en los que la ciencia es el eje principal (preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 17, 18, 19 y 20). Las preguntas de la categoría 2 (preguntas 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 21) van a dirigidas a comprobar la capacidad de los escolares de resolver por sí mismos problemas relacionados con competencias STEM en su vida diaria.

Resultados

En términos generales, los resultados indican que el alumnado de primaria muestra emociones, actitudes y aptitudes favorables hacia el área objeto de estudio.

A modo de ejemplo se presentan algunos de los resultados obtenidos en esta investigación. Referente al objetivo 1, la tabla 1 muestra los porcentajes obtenidos por la muestra 1 en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas desde los 8 a los 12 años.

Tabla 1. Porcentaje de emociones experimentadas en Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas

Asignatura	**Ciencias de la Naturaleza**				**Matemáticas**			
Categorías/ Emociones	0: Nunca lo siento (%)	1: A veces lo siento (%)	2: La mayoría de las veces lo siento (%)	3: Siempre lo siento (%)	0: Nunca lo siento (%)	1: A veces lo siento (%)	2: La mayoría de las veces lo siento (%)	3: Siempre lo siento (%)
Alegría	6,3	14,6	28,6	50,5	11,9	18,9	33,8	35,4
Diversión	10,6	18	29,1	42,3	18,5	20,5	35,1	25,9
Confianza	7,9	16,4	34,7	41	14	18,9	36,7	30,4
Tristeza	78,6	11	8,3	2	65,3	23	6,8	5
Enfado	78,4	13,5	5,4	2,7	70,3	18	7,2	4,5
Asco	80,9	11,5	5	2,7	81,5	8,8	4,7	5
Miedo	61,7	20,5	12,2	5,6	47,7	27,5	15,1	9,7

La tabla 1 muestra que, en Ciencias de la Naturaleza, las emociones negativas como *tristeza, enfado o asco* alcanza sus mayores puntuaciones (en torno al 80%) en la opción "Nunca lo siento". En términos generales, el alumnado de primaria experimenta mayoritariamente emociones positivas al cursar esta asignatura de ciencias, mostrando elevados porcentajes de *Alegría, Diversión y Confianza* en los ítems "Siempre lo siento" o "La mayoría de las veces lo siento". Con respecto a Matemáticas, podemos afirmar que también siguen primando las emociones positivas sobre las negativas, aunque en menor porcentaje que en Ciencias de la Naturaleza. Los resultados extraídos de las emociones *tristeza, enfado, asco y miedo* nos informan que no es habitual mostrar negatividad por parte del alumnado de Educación Primaria hacia estas asignaturas. Dado que los resultados afectivos son positivos, consideramos oportuno comprobar la eficiencia y capacidad practica que posee el alumnado de la Educación Primaria en el campo científico.

Con respecto a los resultados referentes al objetivo 2 de la investigación, cabe señalar que, en términos globales, el conjunto de participantes de la muestra 2 se considera competente a la hora de realizar ciertas tareas cotidianas relacionadas con áreas STEM. En la figura 1 aparecen los porcentajes obtenidos en algunas de las preguntas del cuestionario (P1, P4, P6 y P19) referidas a la Categoría 1: Actitudinal, y de la Categoría 2: Competencial (P9, P14, P15 y P21). Los resultados obtenidos son coherentes con los resultados del objetivo 1. Se puede observar que en general en todas las preguntas representadas, predomina una actitud y competencia positiva hacia los componentes STEM formulados en las preguntas. Se puede comprobar que los niños muestran una gran disposición a la hora de realizar actividades prácticas relacionadas con su vida cotidiana dirigidas a mejorar su aptitud científica y tecnológica. Referente a los porcentajes obtenidos en todas cuestiones, los ítems positivos por ejemplo "Me encanta" o "Se me da bien" o "Me divierte" son elegidos por la mayoría de los alumnos, lo cual confirma nuevamente los resultados referidos a emociones del objetivo 1, donde predominan las variables "diversión" y "alegría" a estas edades en ciencia recreativa. Por lo tanto, las asignaturas de ciencias podrían considerarse agradables y entretenidas en las primeras edades escolares, siempre y cuando el proceso educativo propuesto por los docentes procure un aprendizaje activo y atractivo.

Por otro lado, el análisis estadístico inferencial de los datos obtenidos (ANOVA con post Hoc de Tukey), reveló que no existen diferencias estadísticamente significativas a nivel competencial y aptitudinal en función de la variable "nivel académico", ni en función de la variable "género". Concretamente, los resultados obtenidos muestran que, independientemente del curso académico, el alumnado de primaria tiene la misma opinión en cuanto a la competencia tecnológica adquirida, si bien es cierto que, en algunas cuestiones, el alumnado de 6º se considera más capacitado de realizar satisfactoriamente las experiencias que se exponen en el cuestionario que los del cuarto curso.

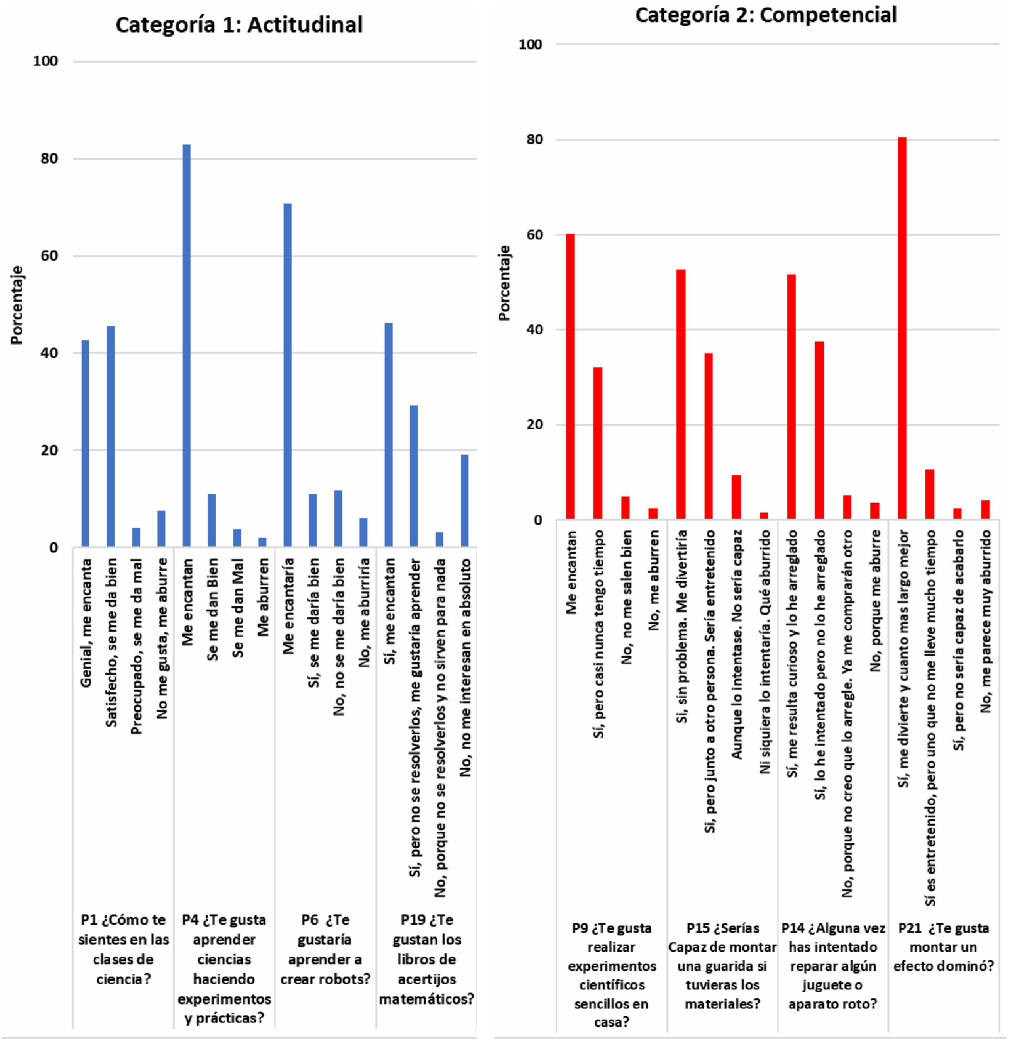


Figura 1. Porcentajes del cuestionario actitudinal y competencial de algunos de los ítems

Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran una tendencia favorable hacia el campo científico-tecnológico por parte de los alumnos de primaria. Abundan las emociones positivas y el alumnado se muestra competente en este campo. Aunque estudios recientes de Vázquez y Manassero (2011) señalan que existe un significativo declive de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar a lo largo de primaria, en esta investigación se sostiene que en la Educación Primaria los alumnos muestran gran interés y entusiasmo hacia las asignaturas de ciencias y su aprendizaje (Osborne, Driver y Simon, 1998; Ramsden, 1998).

Por otro lado, concluimos que el alumnado se considera bastante competente a la hora de buscar soluciones viables a diferentes situaciones en las que los conocimientos científicos y tecnológicos son relevantes. Consideramos necesario recalcar la importancia del maestro en la etapa de educación primaria en cuanto a dimensión cognitiva y emocional del niño se refiere. Su papel pedagógico no sólo va ligado a un simple proceso de enseñanza-aprendizaje, también han de encargarse de hacer ver a los niños la utilidad de los conocimientos científicos para que conozcan su valor y defiendan su importancia en el día a día. Sería recomendable que los maestros, además de contar con una formación continua, sigan innovando para procurar una comprensión adecuada de la ciencia (García y Orozco, 2008) y además tengan en cuenta las preferencias del alumnado relacionadas con la experimentación y la práctica, ya que consideramos que es una buena vía para seguir incentivando el gusto por las ciencias y por consiguiente, asegurar un aprendizaje efectivo y de calidad.

Agradecimientos

Proyecto de Investigación IB16068 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y EDU2016-77007-R (Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional)

Referencias

Borrachero, A. B., Brígido, M., Gómez, R., Bermejo, M. L., y Mellado, V. (2011). Las emociones de los futuros profesores de Secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, *2(1*), 521-530.

Dávila, M., Cañada, F., Sánchez, J. y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, *27*, 217-225.

Dávila, M., Borrachero, A. B., Martínez, G., y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(*3), 217-225.

Cañada, F. Martínez, G. y Naranjo, F.L. (2017). Evolución de las emociones y las creencias de autoeficacia que experimentan los alumnos de 2º de grado de educación primaria en las prácticas docentes. *Avances en ciencias de la educación y del desarrollo*, Publisher: Asociación Española de Psicología Conductual, pp. 986-997

García, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *7*(3), 539-568.

Gil, P. y Diaz, A. (2012). Dominio afectivo de los alumnos de 6º curso de primaria hacia la asignatura de educación física. *Revista de Investigación en Educación*, *10*(2), 109-117.

Martínez, G., Cañada, F. Naranjo, F.L. y Dávila, M.A. (2017). Autorreflexión de emociones sentidas en el laboratorio de física para mejorar la competencia científica de maestros en formación. *La enseñanza de las Ciencias en el actual contexto educativo*, Publisher: Educación Editora, pp. 181-186

Mellado, V., Borrachero, A., Brígido, M., Lina V., Melo, M., Dávila, A., Cañada, F., Conde, M., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C. y Sánchez, J. (2014) Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32.3, 11-36.

Osborne, J., Driver, R. y Simon, S. (1998) Attitudes to science: issues and concerns. *School Science Review*, *79*(288), 27-33.

Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, *23*(8), 847-862.

Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, *20*(2), 125-137.

Rocard, M. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brusselss: European Commission.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria**,** *Ciência & Educação*, *17*(2), 249-268.

El cambio conceptual y la indagación: Cambio químico y cambio físico en bachillerato

Ana Isabel Bárcena Martín[1], David Rosa Novalbos[1], Iñigo Rodriguez Arteche[2] y María Mercedes Martínez Aznar[1]

[1]Facultad de Educación. CFP. Universidad Complutense de Madrid. [2]Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad Rey Juan Carlos

anabarce@ucm.es

Resumen:

Se muestra como el trabajo con una metodología de corte indagativo basada en la resolución de problemas, la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación, (MRPI), puede producir un cambio conceptual en relación a conceptos químicos. La investigación se lleva a cabo con alumnos de primero de bachillerato, resolviendo situaciones problemáticas abiertas sobre las reacciones químicas de forma contextualizada en la unidad Didáctica "Reacciones Químicas y Biomasa". A partir del análisis de pruebas iniciales y finales sobre conocimientos relacionados con reacciones químicas y su energía, se puede afirmar que los alumnos realizan un cambio conceptual sobre conceptos relacionados con la interpretación del cambio químico y cambio físico.

Palabras clave: Indagación; reacciones químicas; bachillerato; problemas abiertos; resolución de problemas.

Marco teórico

La investigación que se presenta asume como metodología de trabajo la MRPI (Metodología de Resolución de Problemas como Investigación), de corte indagativo, desarrollada en cinco fases: análisis cualitativo (comprensión, representación, reformulación y restricciones del problema), planteamiento de hipótesis, elaboración de estrategias (estudio de variables, material y toma de decisiones), resolución (descripción del proceso y realización) y análisis de resultados (respecto a hipótesis, orden de magnitud, concreción en un ejemplo concreto, et.). Sus características y eficacia están ampliamente recogidas en la bibliografía (Bárcena 2015; Rosa, 2015; Ibáñez y Martínez-Aznar, 2005; Varela y Martínez-Aznar, 1997).

La concepción constructivista del aprendizaje aceptada en la MRPI pone énfasis en la necesidad de un cambio conceptual para aprender y construir conocimiento. Este proceso de reorganización estructural es complejo y no se produce de forma radical sino como pequeños cambios de distintos elementos a distintos niveles (diSessa y Sherin, 1998). Lo que se aprenda en la escuela debe tener relación con la experiencia previa del alumno (Osborne y Freiberg, 1991, p. 15) y las concepciones de éstos sobre los fenómenos físico-naturales que les rodean condicionan el aprendizaje de otros conceptos. Estas experiencias cotidianas pueden llevar a suposiciones erróneas acerca de la naturaleza que guían sus interpretaciones y predicciones así como la generación de explicaciones y la toma de decisiones (Talanquer, 2011).

Las concepciones alternativas son difíciles de erradicar pues son coherentes con la estructura cognitiva del alumno en ese momento, aunque no lo sean desde el punto de vista de la ciencia.

Su carácter general, sin distinción de sexo y estatus sociocultural, coincidentes con los individuos en un rango cercano de edad, ha posibilitado la existencia de una amplia bibliografía que recoge las investigaciones en este campo. En concreto, en relación al cambio químico, muchos autores recogen la dificultad de reconocerlo y distinguirlo del cambio físico (Andersson, 1990; BouJaoude, 1991; Hesse y C. W. Anderson, 1992; Holding, 1985, Watson, Prieto y Dillon, 1997).

Metodología

La investigación se sitúa dentro del paradigma investigación-acción donde el profesor juega el doble papel de profesor-investigador.

Muestra

La muestra utilizada es de tipo incidental y consiste en un total de 30 alumnos de Bachillerato, del IES Europa de la localidad madrileña de Rivas Vaciamadrid, cinco mujeres y 25 hombres, de edad media 16,6 años, y nivel socioeconómico y cultural medio.

Finalidad de la investigación

Esta investigación es parte de otra más amplia que busca comprobar si la utilización de la metodología para la resolución de situaciones problemáticas abiertas, MRPI, posibilita un aprendizaje por cambio conceptual de los conocimientos sobre las reacciones químicas y su energía. En este caso, la finalidad se concreta en la hipótesis:

> "El trabajo continuado con la MRPI producirá en los estudiantes un cambio conceptual, estadísticamente significativo, en relación a los conocimientos sobre cambio químico y cambio físico"

Diseño de la Unidad Didáctica

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje se diseña la unidad didáctica "Reacciones Químicas y Biomasa" en un contexto medioambiental, centrado en la biomasa como energía renovable y en la resolución de retos mediante la MRPI. En concreto se proponen 10 situaciones problemáticas que trabajan los contenidos curriculares (Martínez-Aznar y Bárcena, 2016).

Instrumentos para la recogida de datos

Para contrastar la hipótesis se elaboran un cuestionario inicial (17 ítems) y otro final (16 ítems) teniendo en cuenta concepciones alternativas relacionadas con reacciones químicas (Tabla 1).

Concepción alternativa relacionada con …	***Cuestión en Test Inicial***	***Cuestión en Test Final***
PROCESO FÍSICO Y QUÍMICO	C1, C2	C1, C2
CONSERVACIÓN DE LA MASA	C3, C4	C3, C4
REPRESENTACIONES MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS	C5, C6, C7, C8, C9	C5, C6, C7, C8
RELACIONES ESTEQUIOMÉTRICAS. REACTIVO LIMITANTE.	C10, C11	C9, C10
COMBUSTIÓN	C12	C11
ENERGÍA DE ENLACE. BALANCE ENERGÉTICO	C13, C14	C12, C13
ENERGÍA, CONSERVACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LA ENERGÍA	C15C16C17	C14C15C16

Tabla 1. Correlación entre las cuestiones de los test inicial y final en base a las concepciones alternativas sobre reacciones químicas abordadas en ellas.

En este trabajo, sólo se analizan los resultados obtenidos en relación al cambio físico y cambio químico, cuestiones C1 y C2 en ambos cuestionarios. La C1 se elabora a partir de las concepciones alternativas sobre la reacción de combustión, extraídas de diferentes autores (Tabla 2). La C2 del cuestionario inicial se toma de Holding (1985) y la C2 del final de Briggs y Holding (1986).

Tabla 2. Cuestión C1 con las diferentes concepciones alternativas recogidas en la bibliografía.

¿Qué le pasa al alcohol cuando se quema?

a) Cambia de estado (a vapor). ← Andersson (1990), Watson et al. (1997).
b) Se transforma en calor. ← BouJaoude (1991).
c) **Se transforma en otras sustancias distintas. ← Opción correcta.**
d) Desaparece poco a poco. ← Andersson (1990), Watson et al. (1997)
e) Otras:.....
La....porque.....

Técnicas de análisis y resultados

Para el análisis cuantitativo de los datos obtenidos se utiliza el Test de Wilcoxon. Se evalúan los datos de los estudiantes antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje con la MRPI buscando un cambio en los aprendizajes de tipo conceptual, estadísticamente significativo. La hipótesis nula es que los estudiantes sean homogéneos frente a la alternativa de que al final del proceso sean estadísticamente mejores en sus respuestas, con un nivel de confianza superior al 90%. En la Tabla 3 se recogen los resultados obtenidos para las cuestiones objeto de estudio y los enunciados completos de éstas. Como puede observarse, se produce el cambio para ambas cuestiones.

Además, se realiza un segundo análisis, esta vez cualitativo, de las respuestas aportadas por los estudiantes para profundizar más en el estudio.

Para la cuestión 1, que estudia el reconocimiento de una reacción química habitual como es la combustión, en el momento inicial se observa una dispersión en la selección de las opciones propuestas, apareciendo en gran proporción la confusión con un cambio de estado y la transformación en calor, dando a éste entidad de sustancia, e incluso indicando en algún caso la idea de desaparición de la sustancia.

Tan sólo un 20% de los encuestados contesta correctamente pero sus explicaciones, en general, son vagas o incorrectas. En el momento final, las respuestas correctas son mayoritarias y los estudiantes reconocen que es una reacción química (97%) y en general, incluyen una justificación, por ejemplo:

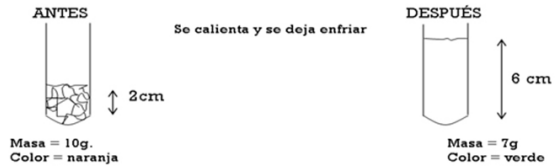
> "La combustión es un proceso químico por el cual cambia la naturaleza de los reactivos" (Alumno 17-Test final).

Por otra parte, el papel del oxígeno pasa de no ser explicado por ningún estudiante a reconocerlo, en muchos casos explícitamente, como reactivo necesario y origen de los óxidos. Incluso alguno señala la reacción química como ruptura y formación de enlaces:

> "Al reaccionar con el oxígeno, con la energía aplicada, se rompen los enlaces del alcohol y se forman unos nuevos (H_2O y CO_2)" (Alumno 5-Test final).

La cuestión 2 ahonda en las características de un cambio químico. Se observa como los estudiantes han cambiado en sus respuestas. Inicialmente identifican de forma mayoritaria un cambio químico (60%) pero ninguno de ellos lo explica correctamente. El resto de los alumnos no contestan (7%) o lo identifican como proceso físico (17%). Las contestaciones finales son correctas

Tabla 3. Resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas inicial y final sobre conceptos de reacciones químicas. En negrita aparecen las opciones de respuesta correcta y los valores del estadístico que apoyan la hipótesis alternativa de que en el momento final las respuestas son significativamente mejores que en el inicial (***p<0,001, **p<0,01*).

CUESTIÓN INICIAL	CUESTIÓN FINAL		INICIAL		FINAL		*Wilcoxon*
			Nº	%	Nº	%	
I-C1/F-C1 ¿Qué le pasa al alcohol cuando se quema?		a) Cambia de estado	8	26,7	0	0,0	4,22***
		b) Se transforma en calor	6	20,0	0	0,0	
		c) En otras sustancias	6	20,0	29	96,7	
		d) Desaparece	2	6,7	0	0,0	
		e) Otras o NS/NC	8	26,7	1	3,3	
I-C2. Un alumno echa un líquido naranja en un tubo de ensayo cuya masa ha sido medida previamente y señala la altura que alcánzale líquido dentro del tubo. Lo calienta y lo deja enfriar. Las diferencias entre lo observado antes y después de calentar el tubo quedan reflejadas en el esquema siguiente:  El alumno piensa que ha habido un cambio químico, ¿apoyan tus datos esta conclusión? Razona tu respuesta. .....porque.....	**F-C2** Se calienta un tubo que contiene un compuesto sólido de color amarillo-anaranjado. Se observan durante el proceso unos vapores incoloros y obteniéndose un líquido de aspecto metálico (plateado), ¿qué crees que ha ocurrido? ¿Qué datos apoyan tu conclusión? ....porque:.....	**a) Indican una reacción química y además la explicación es correcta**	0	0,0	12	40,0	**2,91****
		b) R.Química, pero explicación incompleta	4	13,3	9	30,0	
		c) R.Química pero explicación incorrecta	14	46,7	0	0,0	
		d) Lo identifica como proceso físico	5	16,7	6	20,0	
		e) Otras o NS/NC	7	23,3	3	10,0	

en un 70% y de ellas un 40% incluyen explicaciones adecuadas. Cabe destacar la resistencia al cambio de un 20% de la muestra que considera la combustión como un cambio físico.

En la Tabla 4 se muestran ejemplos del cambio comparando cómo un mismo alumno contesta a las cuestiones en el momento inicial y tras el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 4. Ejemplos de cambios ocurridos a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje en relación al concepto de cambio químico.

ALUMNO	CONTESTACIÓN C1 TEST INICIAL	CONTESTACIÓN C1TEST FINAL
A18	"Cambia de estado, se transforma en calor y desaparece porque el fuego hace que el alcohol prenda y éste se transforma en calor y se consume con el tiempo".	"Al reaccionar el oxígeno con el alcohol se produce una combustión y en esta combustión aparece CO_2 y H_2O ya que el alcohol tiene carbono y obtenemos CO_2 y H_2O".
ALUMNO	CONTESTACIÓN C2 TEST INICIAL	CONTESTACIÓN C2 TEST FINAL
A22	"Es imposible que al calentar un líquido y volverse a enfriar haya más cantidad. Al calentarlo, gran parte se evapora (es decir, se pierde) y al enfriarse vuelve a ser líquido, pero en ningún caso habrá más densidad".	"Se da una reacción química porque se aprecia que estamos pasando de una sustancia a otra, además, la primera era sólida y después es líquida".

Conclusiones

Como se ha señalado, esta investigación forma parte de otra más amplia sobre la resolución de los problemas mediante la MRPI y, más allá del aprendizaje de la propia metodología (Bárcena, 2015), se logra la reestructuración de las concepciones alternativas hacia las ideas científicas por parte de los estudiantes.

En concreto, los estudiantes objeto del estudio, como consecuencia del trabajo realizado con los problemas abiertos incluidos en la Unidad Didáctica "Reacciones Químicas y Biomasa", modifican, de forma estadísticamente significativa, sus concepciones alternativas sobre interpretación del cambio físico y cambio químico, aspectos fundamentales para el estudio de las reacciones químicas. En este sentido, la metodología implementada se muestra muy adecuada para trabajar el aprendizaje conceptual en niveles educativos postobligatorios.

Referencias bibliográficas

Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations. *Simulation and experiential learning, 34*, 43-50.

Bárcena, A. I. (2015). *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato*. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid.

Briggs, H. y Holding, B. (1986). *Aspects of secondary students´ understanding of elementary ideas in chemistry: Full report*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: The University Leeds.

BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(8), 689-704.

diSessa, A. y Sherin, B. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education, 20*, 1155-1191

Hesse, J. J. y Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(3), 277-299.

Holding, B. (1985). *Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in Chemistry: Summary report*. CLISP. Centre for Studies in Science and Mathematics Education. Leeds: The University of Leeds.

Ibañez Orcajo, M. T y Martínez-Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics (II): Conceptual change. *International Journal of Science Education*, *27*(12), 1495-1519.

Martínez-Aznar, M. M. y Bárcena, A. I. (2016). La importancia de la elaboración de materiales para las clases de ciencias por indagación. *27 encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 567-574.

Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las "ideas previas" de los alumnos*. Madrid: Narcea.

Rosa, D. (2015). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas.* Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid.

Talanquer, V. (2011). El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique, 69*, 35-41

Varela, M. P. y Martínez-Aznar, M. M. (1997). Investigar y aprender resolviendo problemas abiertos de Física. *Revista Española de Física*, 11, 32-37.

Watson, J. R., Prieto, T. y Dillon, J. (1997). Consistency of students´ explanation about combustion. *Science Education, 81*(4), 425-444.

Diseño y validación de un cuestionario sobre comprensión de la naturaleza de los modelos en ciencias

José María Oliva-Martínez[1] **y Ángel Blanco-López**[2]

[1]Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz; [2]Departamento de Didáctica de las Matemáticas, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

josemaria.oliva@uca.es

Resumen:

En este trabajo se presenta un avance del proceso de validación de un cuestionario dirigido a evaluar la comprensión acerca de la naturaleza de los modelos en la ciencia. En concreto, se analiza la validez de contenido, la validez interna y el proceso de construcción de escalas. El cuestionario final validado está compuesto veinte ítems, por cuatro subescalas y una escala global. Las subescalas se corresponden con dimensiones que evalúan el estatus de los modelos como entidades que van más allá de réplicas exactas del objeto representado, la utilidad de los modelos en las ciencias, la naturaleza múltiple de los modelos en las interpretaciones de los científicos y la naturaleza cambiante de los modelos. La escala global evalúa el promedio de las anteriores subescalas y viene a definir la comprensión global acerca de la naturaleza de los modelos.

Palabras clave: modelos; naturaleza de los modelos; validación de cuestionario.

Introducción

Los modelos juegan un papel importante en la ciencia y en su aprendizaje, de modo que se considera necesario que los alumnos aprendan modelos, desarrollen destrezas en el manejo y construcción de los mismos, y elaboren una visión más ajustada sobre la naturaleza de la ciencia.

La palabra modelo se utiliza en la literatura con distintos significados debido al carácter polisémico que posee (Harrison y Treagust, 2000; Gutiérrez, 2014; Chamizo, 2010; Adúriz-Bravo, 2012). Entre las distintas definiciones disponibles, hemos optado por la de considerar como modelo una representación de un objeto, un fenómeno, un proceso o un sistema con un objetivo específico (Gilbert, Boulter y Elmer, 2000). En el ámbito de la ciencia, dicho objetivo podría consistir en describir, explicar o predecir situaciones y hechos (Adúriz-Bravo, 2012; Gutiérrez, 2014), y en última instancia estaría orientado a responder preguntas o poner a prueba las teorías. El término "representación" debe entenderse no solo como visualización material de la entidad modelada, sino que en el caso de un modelo científico, se trata siempre de una forma de expresión parcial de la misma, que al mismo tiempo es capaz de abstraer y reformular de otra manera la naturaleza de la entidad que representa (Morrison y Morgan, 1999; Justi, 2006). En consecuencia, el modelo científico no es una representación literal, sino incompleta, aproximada y más simple que el sistema representado (Concari, 2001). Por ello, no puede considerarse como una copia exacta de la realidad, sino que focaliza su atención solo en determinadas partes de la misma, razón por la cual es posible definir varios modelos para un mismo fenómeno, y que cada uno de ellos sea susceptible de evolucionar o cambiar con el tiempo transformándose en nuevos modelos.

En relación a todo ello, es importante que los estudiantes, a la vez que elaboren modelos y los manejen, desarrollen una comprensión adecuada sobre la naturaleza de los mismos, lo cual pasa por asimilar estas características. De hecho, la metamodelización constituye uno de las componentes básicos de la competencia de modelización (Nicolau y Constantinou, 2014). De ahí la importancia de disponer de instrumentos válidos y fiables, dirigidos a evaluar esta faceta del aprendizaje de los estudiantes, que puedan aportar información al respecto, tanto en la investigación en didáctica como en la práctica docente. Estos instrumentos pueden ser muy útiles para tomar decisiones acerca de cómo mejorar las capacidades de los estudiantes para la metamodelización. El SUMS (Students' understanding of the role of scientific models), de Treagust, Chittleborough y Mamiala (2002) es un instrumento pionero en este ámbito y el más usado en la literatura disponible. No obstante, está redactado en inglés y presenta un cierto desequilibrio en la composición de ítems de las cinco subescalas que lo componen. De ahí que el propósito de este estudio sea el diseño y validación de un nuevo cuestionario destinado a evaluar la comprensión sobre la naturaleza de los modelos en ciencias (CONAMO).

Se presenta en este trabajo un avance sobre el proceso de validación de dicho cuestionario En concreto, se analiza la validez de contenido a través de juicios de expertos y la validez interna de constructo del cuestionario en su conjunto y de las diferentes subescalas en las que se divide.

Metodología

Partiendo del SUMS (Treagust et al., 2002), y tomando como base un estudio piloto previo (Muñoz-Campos, Cañero-Arias, Oliva-Martínez, Blanco-López y Franco-Mariscal, 2016), hemos desarrollado un instrumento con ítems que recogían afirmaciones acerca de distintas facetas de la naturaleza de los modelos, en torno a las cuales los encuestados han de expresar su opinión en una escala Likert con cinco niveles de respuesta. Estos reflejan opciones que van desde el total acuerdo al total desacuerdo, pasando por una opción intermedia de inseguridad. El cuestionario estaba inicialmente integrado por 50 ítems, diez para cada una de las siguientes dimensiones: a) significado de modelo, b) los modelos como algo más allá de una réplica del sistema representado, c) utilidad de los modelos científicos, d) los modelos como representaciones múltiples, y e) naturaleza cambiante de los modelos. La mitad de los ítems se formuló en sentido directo con respecto a visiones epistemológicamente adecuadas, mientras la otra mitad se redactó en un sentido inverso (Tabla 1).

En primera instancia el cuestionario fue sometido a un análisis de validez de contenido por medio de veinte expertos, profesores de didáctica de las ciencias y/o profesores de ciencias de secundaria con experiencia en innovación e investigación educativa. Se trataba de revisar y proponer modificaciones de los enunciados, y valorar el grado de relación de cada ítem con cada una de las cinco dimensiones contempladas. Tras los cambios realizados, el cuestionario se redujo a 43 ítems, algunos de los cuales surgieron como transformación de ítems iniciales que fueron eliminados.

En una segunda fase se llevó a cabo un estudio de validez interna a partir de una muestra de 773 estudiantes que abarcaba un amplio espectro de perfiles y edades, desde estudiantes de 3º de ESO a maestros y profesores de secundaria en formación inicial, pasando por estudiantes de grado de titulaciones de ciencias. Con vistas a ello los resultados del cuestionario fueron codificados en una escala ordinal de 1 a 5, correspondiendo inicialmente el valor de 5 a la opción de total acuerdo y la de 1 a la de total desacuerdo. Posteriormente, los datos procedentes de los ítems de sentido inverso fueron recodificados, invirtiendo los valores obtenidos. A partir de aquí se realizaron análisis estadísticos descriptivos, ítem a ítem, seguidos de estudios de homogeneidad de ítems, análisis factorial confirmatorio y análisis de ecuaciones estructurales. Al tratarse de medias ordinales, discretas y que se desviaban de la normalidad, se emplearon como base los coeficientes de correlación poliseriales entre cada ítem y el conjunto, y coeficientes de

correlación policóricos de los ítems entre sí. Los estudios descriptivos se realizaron mediante el programa IBM SPSS v.21, los análisis factoriales confirmatorios y el modelo SEM se llevaron a cabo mediante el programa R, y los cálculos de fiabilidad se efectuaron mediante el programa FACTOR (v. 10.04).

Tabla 1. Ejemplos de ítems del cuestionario en fase de validación

Escalas	Sentido	Redacción
Significado de modelo	Directo	Un modelo es la forma que tenemos de imaginar el funcionamiento de las cosas.
	Inverso	Un modelo nunca es la explicación de un fenómeno
Más allá de réplicas exactas	Directo	Un modelo y el fenómeno que representa pueden ser diferentes en algunas cosas.
	Inverso	Cada modelo tiene que ser idéntico al objeto o fenómeno que estudia.
Utilidad	Directo	Los modelos sirven para poner a prueba las teorías.
	Inverso	Un modelo sirve de poco para plantear preguntas investigables.
Representaciones múltiples	Directo	Los científicos suelen recurrir a varios modelos para estudiar diferentes aspectos de un mismo fenómeno
	Inverso	Cada modelo es incompatible con otro distinto para un mismo fenómeno.
Naturaleza cambiante	Directo	Todo modelo puede cambiar con el tiempo.
	Inverso	Los modelos que aparecen hoy en los libros son ya definitivos y no cambiarán en el futuro.

Resultados

Validez de contenido

Las valoraciones efectuadas por los jueces sirvieron para determinar el índice de congruencia de Osterlind (1998) entre cada ítem y las respectivas dimensiones consideradas. Pudo apreciarse que, normalmente, cada ítem presentaba su valor de congruencia más alto justamente en la dimensión que pretendía evaluar. Ello ocurría en 47 de los 50 ítems (94%). Esto indica que casi siempre, en opinión de los expertos, la dimensión principal que parece evaluar el ítem coincide con la pretendida por los autores del cuestionario. Al objeto de mejorar su validez de contenido se eliminaron los tres ítems restantes, así como otros cuyos valores de congruencia en otra dimensión competían con los obtenidos para la dimensión que, se supone, debería evaluar.

Un segundo filtro de los ítems se efectuó teniendo en cuenta los comentarios realizados por los expertos sobre cada uno de los ítems y a partir de las sugerencias de modificación de sus enunciados. Concretamente, se eliminaron también o se reformularon aquellos ítems en los que el 15% o más de los expertos consideraron su enunciado confuso. Finalmente se modificó la redacción de aquellos otros para los que se sugerían ligeros cambios de expresión. Todo ello condujo a una segunda versión del cuestionario, esta vez integrada por 43 ítems, que fue sometida a un análisis de validez interna a partir de los resultados obtenidos con la muestra de estudiantes.

Validación interna

Se realizó primero un estudio descriptivo de los ítems que incluía, entre otros aspectos, pruebas de normalidad de las correspondientes distribuciones y análisis de homogeneidad de los ítems respecto a la dimensión a la que pretendía contribuir. Los índices de homogeneidad resultaron siempre positivos, alternando valores altos o moderados en la mayoría de casos, con otros excepcionalmente bajos o muy bajos.

Antes de poner a prueba la validad de constructo mediante técnicas de análisis factorial, se llevó a cabo un proceso de depuración del cuestionario eliminando una parte de los ítems. Los criterios para ello fueron los siguientes: a) se rechazaron aquellos ítems cuyo índice de homogeneidad con respecto a la dimensión correspondiente no superara el valor de 0,4; b) teniendo en cuenta el criterio anterior, se eliminaron también ítems con enunciado redundante, conservando en cada dimensión al menos dos con enunciado directo y al menos otros dos con sentido inverso. Tras este primer filtro el conjunto quedó reducido a un total de 20 ítems, cinco por dimensión, sin ningún representante para la dimensión "Significado de modelo", que no llegó a mostrar validez convergente. La mitad de ellos estaban formulados en sentido directo y la otra mitad en sentido inverso. Este conjunto de ítems fue el que sirvió de base para un análisis factorial confirmatorio con cuatro factores, en el que cada ítem fue forzado a integrarse en el factor correspondiente a la dimensión a la que representaba. El modelo calculado mostró buenos datos de ajuste (CFI=0,968; TLI=0,963; RMSEA=0,057; SRMR=0,061). Los valores de correlación entre factores oscilaron entre 0,34 y 0,55, todos ellos estadísticamente significativos (p< 0,001). Ello sugiere la existencia de un factor latente común a todos ellos, el cual se identificó como un factor general relacionado con la comprensión de los estudiantes acerca de la naturaleza de los modelos en la ciencia. De ahí que complementásemos este análisis con el correspondiente modelo de ecuación estructural (SEM), que se muestra en la figura 1.

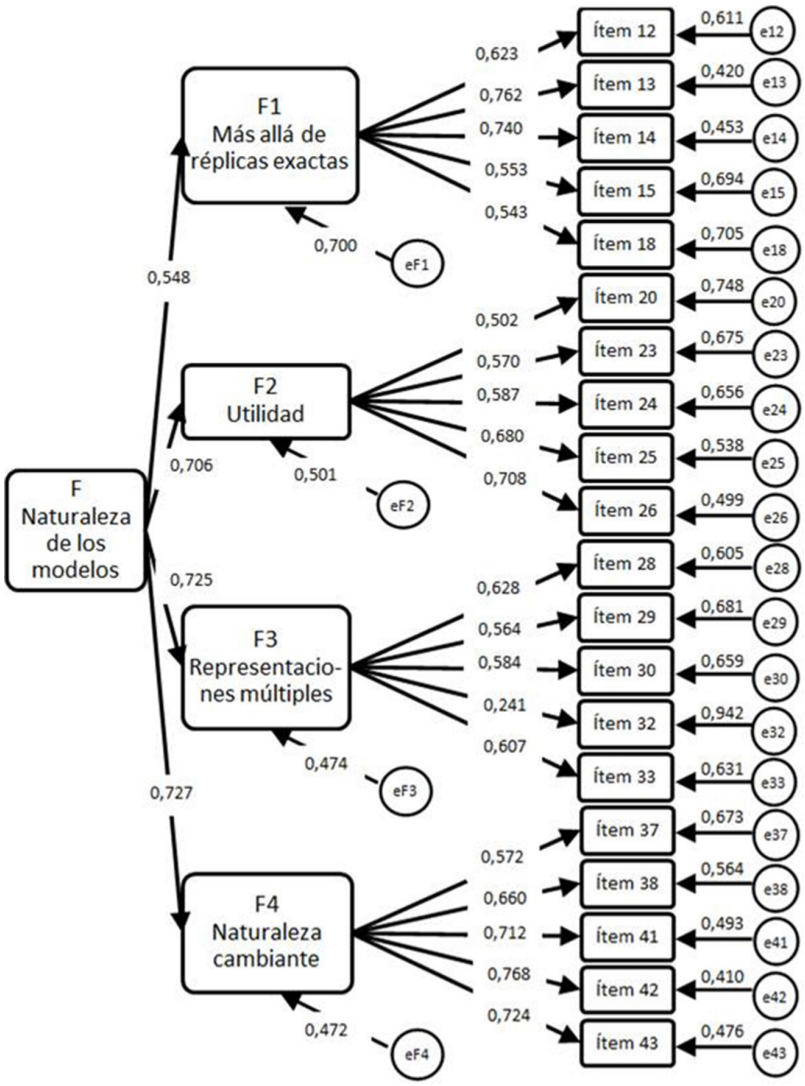


Figura 1. Modelo de ecuación estructural para los ítems seleccionados

Construcción de escalas

Los 20 ítems seleccionados permiten construir cuatro subescalas, una para cada una de los cuatro factores resultantes, y una escala global a partir de las anteriores. Cada una de ellas puede obtenerse mediante promedio de los resultados de los ítems individuales, previamente invertidos los valores de aquellos formulados en sentido inverso. Posteriormente, al objeto de interpretar mejor sus valores, las escalas construidas pueden recodificarse expresándose en el intervalo de 0 a 1. La tabla 2 presenta los valores descriptivos de las cinco escalas, así como sus datos de fiabilidad correspondiente, valores por cierto bastante aceptables en todos los casos.

Puede apreciarse en la escala global, así como en las cuatro subescalas, valores medios por encima del punto medio de la escala (0,5), y una horquilla de valores variable en función del caso concreto, siendo máxima en la subescala "Más allá de réplicas exactas", donde cubre toda la gama posible (desde 0 hasta 1), y mínima en la escala global, que cubre solo el 57% de la escala construida.

Las medias alcanzadas en las distintas subescalas siguen una secuencia idéntica a la que aparece en otros trabajos (Everett et al., 2009; Muñoz-Campos, Cañero-Arias, Oliva-Martínez, Blanco-López y Franco-Mariscal, 2016; Treagust et al., 202), siendo también en este caso la subescala de "Más allá de réplicas exactas" la que peor promedio obtiene y la de "Naturaleza cambiante" la que alcanza una media más alta. Entre ellas, las subescalas de "Utilidad" y "Representaciones múltiples" obtienen promedios muy parejos, al igual que sucedía en los estudios citados.

Tabla 2. Valores estadísticos de las subescalas y escala global construidas

Subescalas	Fiabilidad: Alfa ordinal	Media (0-1)	Desv. Típica	Valor mínimo	Valor máximo
Más allá de réplicas exactas (F1)	0,77	0,61	0,17	0,00	1,00
Utilidad (F2)	0,73	0,70	0,14	0,20	1,00
Representaciones múltiples (F3)	0,67	0,69	0,14	0,20	1,00
Naturaleza cambiante (F4)	0,81	0,77	0,16	0,15	1,00
Naturaleza de los modelos*	0,85	0,69	0,10	0,43	1,00

* Escala global del cuestionario, que abarcaría el conjunto de los 20 ítems.

Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran la validez de contenido y de constructo de la versión final del cuestionario sobre comprensión de la naturaleza de los modelos en ciencias (CONAMO), integrado por 20 ítems en total, divididos en cuatro dimensiones o subescalas, con cinco ítems en cada una de ellas. En la escala global, existe equilibrio entre el número de ítems formulados en un sentido y en el contrario, con al menos dos ítems representante de cada sentido en todas y cada una de las subescalas construidas. El cuestionario puede completarse en un tiempo corto, estimándose en unos 15 minutos máximo el tiempo que se puede facilitar. Las subescalas construidas se corresponden en esencia con cuatro de las dimensiones postuladas por Treagust et al. (2002) para el SUMS: a) más allá de réplicas exactas; b) utilidad de los modelos; c) los modelos como representaciones múltiples, y d) naturaleza cambiante de los modelos. La quinta dimensión prevista, relacionada con el significado de un modelo, no llegó a cuajar como una subescala coherente con validez interna, lo que probablemente esté relacionado con el carácter polisémico de la idea de modelo, lo cual hace que coexistan distintas acepciones sin que tengan necesariamente vinculación entre ellas.

Agradecimientos

Trabajo fruto de la colaboración entre los proyectos I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (EDU2017-82197-P), e "Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias" (EDU2017-82518-P), ambos aprobados y financiados por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Referencias

Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química, 23*, 1-9.

Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação (Bauru), 7*(1), 85-94.

Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7*(1), 26-41.

Everett, S.A., Otto, C.A. y Luera, G.L. (2009). Preservice elementary teachers' growth in knowledge of models in a science Capstone course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1201-1225.

Gilbert, J.; Boulter, C. y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Desing and Technology Education. En J.K. Gilbert y C.J. Boulter (Eds), *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Dordrecht: Kluvet

Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencias conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Biografía*, 7(1), 37-66.

Harrison, A. G., y Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011-1026.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 173-184.

Morrison, M. y Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. En M.S. Morgan y M. Morrison (eds.), *Models as mediators (pp. 10-37).* Cambridge: Cambridge University Press.

Muñoz-Campos, V., Cañero-Arias, J., Oliva-Martínez, J.Mª., Blanco-López, A., y Franco-Mariscal, A.J. (2016). Assessment of teacher training students' understanding of the nature of the models. En J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto y K. Hahl (Eds.), *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future (p. 799-805).* Helsinki: ESERA.

Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review, 13*, 52-73.

Osterlind, J. S. (1989). *Constructing test items*. Boston: Kluwer American Publihers.

Treagust, D.F.; Chittleborough, G. y Mamiala, T.L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

Un análisis acerca del tipo de explicaciones que los estudiantes de Educación Infantil construyen sobre la combustión

Vanessa Sesto e Isabel García-Rodeja

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela

vanessa.sesto@usc.es

Resumen:

El objetivo de este estudio fue describir las explicaciones que 18 niñas y niños de Educación Infantil (5-6 años) construyen acerca del fenómeno de combustión. Para alcanzar este objetivo se propuso como actividad la combustión de una vela en el interior de un vaso de cristal. Para la recogida de datos se emplearon cuestionarios y grabaciones en audio. Para el análisis de datos las explicaciones de los niños se clasificaron de acuerdo con categorías descritas en estudios previos. Los resultados indican que cuanto más familiarizados están los niños con las actividades de indagación, mayor es su capacidad para dar explicaciones cercanas a las de la ciencia escolar. En cambio, aquellos niños menos habituados a esta metodología de enseñanza son más proclives a dar explicaciones no-naturalistas de carácter animista o teleológico.

Palabras clave: Educación Infantil; fenómenos naturales; combustión; tipos de explicaciones.

Introducción

Las explicaciones que los niños construyen acerca de los fenómenos naturales están captando cada vez más la atención de los investigadores en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Christidou, 2005). Este creciente interés se debe a que existen evidencias de que la caracterización de las explicaciones de los niños sobre el mundo físico puede proporcionar información crucial acerca de los mecanismos que activan para comprender su entorno, para adquirir nuevo conocimiento, y para desarrollar un aprendizaje de tipo causal (Carey, 1985; Legare, 2014).

De acuerdo con la teoría de Piaget (1929) del desarrollo cognitivo, a edades tempranas los límites entre el mundo real y el mental son difusos, de ahí que los niños tiendan a producir explicaciones en las que se atribuye vida e intenciones a entes inanimados (animismo), en las que se considera que ciertos procesos psicológicos como los sueños tienen existencia real (realismo) o en las que se asume que todo cuanto existe ha sido creado por el ser humano con un fin específico (artificialismo).

Sin embargo, investigaciones recientes (p. ej. Christidou y Hatzinikita, 2006) sugieren que los niños de Educación Infantil sí son capaces de construir de forma espontánea explicaciones acerca de diferentes fenómenos naturales en las que se aprecia una incipiente comprensión de la causalidad física. En un estudio llevado a cabo por Christidou (2005) en el que participaron 30 niños de 5 a 6 años, se encontró que la mayoría atribuían la ocurrencia de fenómenos como la flotación o el magnetismo a ciertas propiedades intrínsecas de los objetos. Más recientemente, Saçkes, Flevares y Trundle (2010) caracterizaron la comprensión de 22 niños de 4 a 6 años acerca

de la formación de la lluvia. Estos autores observaron que los niños de más edad eran capaces de construir explicaciones plausibles acerca de este fenómeno, haciendo referencia a que el agua se encuentra almacenada en ciertas localizaciones como las nubes o el mar, y que la lluvia simplemente conlleva un cambio de localización.

Este trabajo tiene por objetivo analizar las explicaciones de varios niños de Educación Infantil acerca de la combustión de una vela. Existe una vasta literatura en la que se caracteriza la comprensión de los estudiantes acerca de los fenómenos de combustión. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado en etapas posteriores (p. ej. Castillejo, Prieto y Blanco, 2005), de ahí que aún se tenga poco conocimiento acerca del modo en que los niños de corta edad explican este fenómeno cotidiano íntimamente relacionado con el concepto de materia.

Metodología

Participantes y contexto de la investigación

Los participantes en este estudio fueron dos grupos (A y B) de Educación Infantil (5-6 años). El grupo A estaba constituido por dos niñas y dos niños habituados a una metodología de enseñanza donde se daba poca cabida a las actividades de ciencias. El grupo B estaba integrado por cinco niñas y nueve niños habituados a participar a lo largo del curso en diferentes proyectos de ciencias. Durante las semanas previas a la intervención habían realizado en el aula una serie de actividades de indagación sobre los cambios de estado en el marco de un proyecto de ciencias sobre el ciclo del agua. Uno de los experimentos consistió en llenar un recipiente con agua e ir midiendo como descendía su nivel con el paso de los días. Para la identificación de los participantes se emplean seudónimos en los que se respeta el género. Este nombre ficticio comienza por la letra del grupo al que pertenecen.

Diseño de la actividad

La experiencia propuesta fue la combustión de una vela en el interior de un vaso de cristal. En primer lugar, se indicó a los niños que se iba a tapar una vela encendida con un vaso y que debían escribir o dibujar en un cuestionario lo que creían que iba a ocurrir. Luego, tras realizarse el experimento ante los niños, se les pidió que reflejasen en el cuestionario todas sus observaciones y una explicación de lo ocurrido. Conforme los niños cubrían los cuestionarios, se les iban haciendo preguntas para que hicieran explícitas sus ideas.

Instrumento de recogida y análisis de datos

Para la recogida de datos se diseñó un cuestionario basado en una estrategia POE de Predicción-Observación-Explicación (White y Gunstone, 1992). Además, las sesiones se grabaron en audio para registrar las conversaciones con los niños.

Para el análisis de datos se adoptaron categorías descritas en estudios previos (Christidou, 2005; Saçkes et al., 2010). Según el marco adoptado como referencia, las explicaciones de los niños se pueden clasificar en científicas, sintéticas, naturalistas y no-naturalistas (Tabla 1). Las explicaciones sintéticas contienen elementos consistentes con el conocimiento científico, pero también incorporan alguna concepción alternativa (Saçkes et al., 2010). Las explicaciones naturalistas son racionales y se consideran el inicio de la causalidad física (Christidou, 2005). Pueden contemplar la intervención de un agente externo que participa en el fenómeno causando el cambio (agentivas), o pueden ser las propiedades o acciones de las substancias u objetos implicados las que desencadenan el cambio (no-agentivas). Las explicaciones no-naturalistas pueden ser teleológicas, intencionales o metafísicas (Christidou, 2005). En las explicaciones teleológicas se asume que los fenómenos naturales tienen lugar a fin de cumplir algún propósito específico. Las explicaciones intencionales atribuyen carácter inteligente y consciente a los entes inanimados, y las metafísicas atribuyen la ocurrencia de fenómenos naturales a poderes sobrenaturales.

Tabla 1. Tipos de explicaciones de los niños acerca de los fenómenos naturales descritas en estudios previos

Tipos de explicación		Ejemplos
Científica		«El agua de lluvia se evapora y se convierte en una nube cuando condensa» (Saçkes et al., 2010).
Sintética		«Las nubes están hechas de nieve y traen agua. El agua de lluvia se mezcla con el agua de mar, y la nieve cae, y vuelve a las nubes» (Saçkes et al., 2010).
Naturalista	Agentiva	«¿Por qué no puedes ver el azúcar? Se fue bajo el agua y cuando removimos se rompió» (Christidou, 2005).
	No agentiva	«¿Por qué se hunde la bola? Porque es pesada. Está hecha de hierro» (Christidou, 2005).
No-naturalista	Teleológica	«¿Cómo es que llueve? Llueve porque las plantas necesitan ser regadas» (Christidou, 2005).
	Intencional	«¿Por qué flota [el corcho]? Porque es muy cuidadoso. Mantiene sus ojos abiertos» (Christidou, 2005).
	Metafísica	«¿Y cómo es que el clip se pega al imán? Porque [el imán] hace un poco de magia» (Christidou y Hatzinikita, 2006).

Resultados

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos. En algún caso, el número de explicaciones excede al de participantes, pues algún niño llegó a ofrecer más de una explicación.

En la fase de predicción, cuando se preguntó a los niños que creían que sucedería al cubrir una vela encendida con un vaso, la mayoría de los niños del grupo A ofrecieron explicaciones naturalistas no-agentivas. Así, predijeron que la vela explotaría, se derretiría o emitiría luz por el simple hecho de estar encendida. Una niña del grupo A, Alicia, proporcionó una explicación no-naturalista intencional al otorgar a la vela características propias del cuerpo humano como el poseer un corazón:

- Investigadora: «Alicia, ¿qué crees que va a pasar?».
- Alicia: «Que la vela se va a poner naranja, amarilla y roja, y que después le va a salir como un corazón».

Las predicciones de la mayoría de los niños del grupo B fueron sintéticas. Siete niños mencionaron que iba a tener lugar un proceso de condensación sobre las paredes del vaso, pero pensaban que la sustancia que condensaba era humo o gotas procedentes de la vela. Este fragmento de la predicción es inconsistente con la explicación científica del fenómeno, ya que la substancia que condensa es el vapor de agua que se produce durante la combustión de la cera.

- Investigadora: «Tenemos una vela, la encendemos, y después la tapamos con un vaso […]. Tenéis que pensar que va a pasar».
- Beatriz: «Que se condensa el vaso. Las gotitas cuando están tan calientes del fuego puede que también se condensen […]. Una vela… un vaso que está tapando… y ahora esto es lo empañado [explicando su dibujo]».

Los otros tres niños cuyas predicciones se adscribieron en la categoría de sintéticas hicieron referencia a que la vela se apagaría, pero consideraban que esto sería causado por el frío que hacía dentro del vaso. Desde un punto de vista científico, la llama se extingue debido a una

disminución de la cantidad de oxígeno en el interior del vaso, una respuesta que no es de esperar en niños de estas edades.

- Blanca: «Puede que se encienda la vela y como está muy frío eso, puede que se apague».
- Investigadora: « ¿Por qué? ».
- Borja: «Porque el frío puede apagar cualquier cosa».

Tabla 2. Frecuencia del tipo de explicaciones que dieron los estudiantes: Grupo A (N=4) y Grupo B (N=14)

Tipos de explicación		Predicción		Explicación	
		Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
Científica		0	0	0	2
Sintética		0	10	0	0
Naturalista	Agentiva	0	0	4	13
	No-agentiva	3	2	0	0
No-naturalista	Teleológica	0	2	0	0
	Intencional	1	0	0	0
	Metafísica	0	0	0	0

Las predicciones de dos niños se consideraron no-naturalistas de tipo teleológico, dado que en sus respuestas hicieron referencia a que la vela ardía con el propósito de incendiar o derretir el vaso que la cubría.

- Blas: «La vela quemaría el vaso. Porque el vaso es de hierro y la vela lo quema […]. Vi en un episodio de unos coches que caía lava de la montaña, pusieron hierro y la lava lo destrozó».
- Investigadora: «Pero el vaso con el que la vamos a tapar es de cristal».
- Blas: «Pero se puede derretir».

Al realizar el experimento ante los niños, todos pudieron observar como la vela se apagaba. Además, quince niños se percataron de que el vaso se empañaba. En el grupo A, todos los niños pensaban que el vaso estaba borroso. En el grupo B, once niños relacionaron la formación de vaho con vapor de agua o gotas procedentes de la llama, o más genéricamente, de la vela.

Cuando en la fase de explicación la investigadora preguntó a los niños por qué se había apagado la vela, todos los niños del grupo A dieron explicaciones naturalistas agentivas. Este grupo de niños hizo referencia a que en el interior del vaso había una nube y hacía mucho viento, motivo por el cual la vela se había apagado (Figura 1).

- Investigadora: «Ahora vamos a explicar nuestros dibujos».
- Alicia: «Que una nube estaba dentro del vaso y hacía mucho viento y se apagó la vela».
- Amanda: «Porque no tiene salida, como tiene viento dentro, apagó la vela ».

En el grupo B, trece niños proporcionaron explicaciones naturalistas agentivas. Seis niños hicieron referencia a que la vela se había apagado debido a que en el interior del recipiente había aire. Por experiencias previas en su vida cotidiana, estos niños sabían que una vela se suele

apagar soplando sobre la llama, por lo que su intuición más inmediata los llevó a pensar que el aire apaga el fuego. Como ejemplo, se incluye el siguiente fragmento:

- Investigadora: « ¿Y por qué se apagaría?».
- Blas: «Porque allí dentro había aire».
- Investigadora: « ¿Y aquí [en el aula] no tenemos aire? ».
- Bruno: «Sí, pero aquí [en el aula] no se sabe mucho por dónde está porque aquí se mueve mucho más el aire».

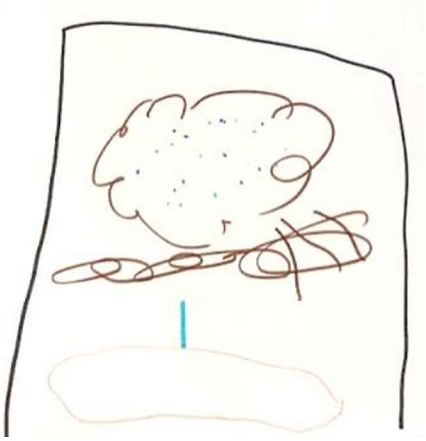


Figura 1. Respuesta escrita de Alicia

Cinco niños hicieron referencia a que la vela se había apagado debido a que dentro del recipiente hacía mucho frío, y dos hicieron referencia a la humedad como causa de la extinción de la llama.

El resultado más sorprendente en el grupo B es que una niña, Belén, llegó a mencionar que la vela se había apagado porque no le entraba aire, dando una explicación compatible con el conocimiento científico. El hecho que desencadenó esta explicación fue una pregunta de la investigadora que les hizo cuestionarse por qué la vela no se apagaba al estar descubierta.

- Investigadora: « ¿Y por qué se apagó? ¿Por qué no se apaga cuando no la tapo? Veis que sin estar tapadas están encendidas mucho tiempo».
- Belén: « Porque no le entraba aire».

Hubo un momento en que otro niño de este grupo, Benjamín, manifestó una idea similar al señalar que la vela se había apagado por la falta de oxígeno en el interior del vaso.

- Investigadora: « ¿Por qué se apagaría antes en el vaso más pequeño?».
- Benjamín: «Porque no había oxígeno igual».

Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos podemos decir que los niños no habituados a actividades de indagación donde se les pide interpretar fenómenos cotidianos tienden a recurrir a explicaciones no-naturalistas de carácter intencional o teleológico. Por el contrario, los niños habituados a realizar actividades de indagación tienden a dar explicaciones más sofisticadas. Entre sus respuestas son frecuentes explicaciones naturalistas en las que se evidencia una incipiente comprensión de la causalidad física, y algunos incluso son capaces de construir explicaciones que incorporan ideas incipientes sobre ciencias. Además, en las explicaciones naturalistas los niños

tienden a incluir la participación de un agente externo, bien sea el frío, el aire o la humedad. Este hallazgo contrasta con los descritos en estudios previos sobre otros fenómenos en los que se señala que los niños tienden a ignorar la presencia de agentes externos cuando discuten sobre la flotación o los fenómenos magnéticos (Christidou, 2005).

Comprender la causalidad física es esencial tanto para la adquisición de un pensamiento científico como para el desarrollo cognitivo de los niños (Christidou, 2005), de ahí la importancia de involucrarlos desde Infantil en actividades de ciencias donde se les dé la oportunidad de interpretar fenómenos naturales.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias bibliográficas

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MIT Press.

Castillejo, R., Prieto, T. y Blanco, A. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la comprensión de la combustión. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-7.

Christidou, V. (2005). Accounting for natural phenomena. *International Journal of Learning*, *12*(8), 21-28.

Christidou, V. y Hatzinikita, V. (2006). Preschool children's explanations of plant growth and rain formation: A comparative analysis. *Research in Science Education*, *36*(3), 187-210. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/s11165-005-9006-1

Legare, C. H. (2014). The contributions of explanation and exploration to children's scientific reasoning. *Child Development Perspectives*, *8*(2), 101-106. DOI: https://dx.doi.org/10.1111/cdep.12070

Piaget, J. (1929). The child's conception of the world. London: Routledge and Kegan Paul.

Saçkes, M., Flevares, L. M. y Trundle, K. C. (2010). Four-to six-year-old children's conceptions of the mechanism of rainfall. *Early Childhood Research Quarterly*, *25*(4), 536-546. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2010.01.001

White, R. T. y Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Londres: The Falmer Press.

El modelo de ecosistema en el alumnado de Educación Primaria. Una visión longitudinal

Carolina Val-Rey, Mª Cristina Martínez Losada y Ánxela Bugallo Rodríguez

Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidade da Coruña

carolina.val.rey@udc.es

Resumen:

En el presente estudio pretendemos conocer el modelo de ecosistema del alumnado de Educación Primaria, centrándonos en cómo evoluciona a lo largo de esta etapa. Se realizó un estudio longitudinal con un cuestionario abierto que indagaba sobre el modelo, concretamente sobre las ideas de biocenosis, biotopo e interacciones. La muestra la configuran alumnos de un centro de A Coruña de 2º, 4º y 6º curso, que en la segunda intervención estaban en 4º y 6º de Primaria y 2º de la ESO. Las respuestas han sido clasificadas en cuatro categorías y ordenadas según su grado de complejidad. Los resultados muestran un cierto progreso del alumnado, pero es muy significativa la persistencia de sus dificultades para conformar una visión completa de los componentes de la biocenosis, para reconocer relaciones que no sean de carácter trófico o para comprender la importancia del biotopo.

Palabras clave: concepciones, Educación Primaria, modelo de ecosistema, progresión de aprendizaje.

1. Introducción

El modelo de ecosistema posee un gran valor educativo, ya que es central para comprender el funcionamiento de la naturaleza (Del Carmen, 2010). Además permite entender el planeta como un sistema en constante dinamismo, y de gran complejidad, pues integra relaciones, problemas, hechos, suelo, flora, fauna o agua, entre otros elementos (Menegaz, Cordero y Mengascini, 2012). Conocerlo nos permite tomar conciencia de la relación con la naturaleza (García, 2003) y hacernos responsables de la situación de emergencia planetaria en la que nos encontramos (Vilches y Gil, 2009).

Diversos estudios (Demczuk, Nunes y Silva, 2007; Bravo y Jiménez, 2014; Hokayem y Wenk, 2016; Galán y del Pozo, 2013) muestran que existen importantes obstáculos para su aprendizaje, fundamentalmente por la existencia de concepciones alternativas que dificultan la adquisición de un modelo escolar científicamente adecuado. Algunos especialistas (Cañal, 2008) consideran necesario tratarlo desde edades tempranas para evitar estos problemas, lo que implica crear progresiones de aprendizaje.

De acuerdo con lo indicado, conocer el modelo de ecosistema que posee el alumnado, va a ayudar a plantear una progresión adecuada y nos aportará información útil para delimitar los objetivos de enseñanza, con objeto de promover y conocer la evolución real de los estudiantes. Conocer sus ideas, no sólo a nivel científico, sino también sus ideas culturales y sociales permite una construcción conjunta del conocimiento y del modelo ecológico (García, 2003).

De acuerdo con lo expuesto, nuestro objetivo central va a ser determinar la progresión del alumnado en su modelo de ecosistema a lo largo de Educación Primaria, y los primeros cursos de

Educación Secundaria (ESO). Más concretamente, se pretenden determinar sus ideas en torno a tres temáticas: los componentes que reconocen como parte de la biocenosis, las interrelaciones existentes entre ellos y la importancia del biotopo dentro del ecosistema y su desarrollo.

2. Metodología

La investigación se llevó a cabo en dos fases: a) En el curso escolar 2015-2016 con tres grupos de alumnado de 2º,4º y 6º de Educación Primaria de un colegio de A Coruña. b) En el curso 2017-2018 con los mismos grupos, que ahora se encuentran en 4º y 6º de Primaria, y 2º de la ESO.

En el estudio se consideraron sólo aquellos sujetos que participaron en ambas intervenciones: 23 alumnos de 2º y 4 de Primaria; 20 de 4º y 6º; 18 de 6º y 2º de ESO. Como instrumento de recogida de datos se empleó un cuestionario. Para su elaboración se han tomado como referente las ideas que del Carmen (2010) considera estructurantes en la temática: biocenosis y biotopo, interacción y cambio. En concreto se plantearon tres preguntas abiertas:

1. *Dibuja un bosque que conozcas, los seres vivos que viven en él y escribe sus nombres.*
2. *¿Crees que algunos seres que viven en el bosque dependen unos de otros seres para poder sobrevivir, por ejemplo para alimentarse? Si respondes que SI explica quien se relaciona con quien y en que consiste esa relación. Si respondes que NO explica porque no están relacionados.*
3. ¿Qué *crees que pasaría si desaparece la tierra que hay bajo las plantas?*

Las respuestas obtenidas en ambos cuestionarios han sido examinadas desde un paradigma interpretativo, y posteriormente, fueron categorizadas estableciendo diferentes grados o niveles de complejidad (Tabla1).

Tabla 1. Categorizaciones obtenidas en cada uno de los tópicos

Componentes de la biocenosis	Interacciones: Relaciones tróficas	Importancia del biotopo
I. Identifica plantas	I. No reconoce relaciones tróficas	I. No establece relación con los seres vivos
II. Identifica animales y plantas	II. Reconoce relaciones tróficas (P y CP)	II. Desaparición de productores
III. Identifica animales plantas y hongos	III. Reconoce relaciones tróficas (P, CP, CS)	III. Desaparición de productores y consumidores primarios
IV. Identifica animales, plantas, hongos y bacterias	IV. Reconoce relaciones tróficas (P, CP, CS, D)	IV. Desaparición de productores (P), consumidores primarios (CP) y secundarios (CS)

3. Resultados

Componentes de la biocenosis

En relación a los componentes de la biocenosis (Tabla 2), en la transición de 2º a 4º de Primaria, la gran mayoría de participantes (20 alumnos) no progresan, identificando en ambas ocasiones sólo animales y plantas. Lo mismo ocurre con un 40% de alumnos de 4º a 6º pero, en este curso un porcentaje semejante sí añade a los hongos, aunque únicamente tres alumnos incluyen además a las bacterias.

En el paso de 6º de Primaria a 2º de la ESO se aprecia una mayor variedad de respuestas. Así, de los alumnos que no progresan algunos reconocen en ambas ocasiones animales y plantas,

pero otros consideran también a los hongos e incluso a éstos y a las bacterias. Asimismo, de los alumnos que progresan unos inicialmente reconocen solo animales y plantas y añaden hongos o bien hongos y bacterias, mientras que otros, que inicialmente ya identifican hongos, añaden bacterias.

Tabla 2. Evolución de las ideas del alumnado sobre componentes de la biocenosis

		2º EP → 4º EP N=23	**4º EP → 6º EP** N=20	**6º EP → 2º ESO** N=18
Progresan	Solo identifican plantas → Añaden animales	2 (8,7%)	1 (5%)	1 (5,55%)
	Identifica animales y plantas → Añade hongos	1 (4,3%)	8 (40%)	3 (16,67%)
	Identifica animales y plantas → Añade hongos y bacterias	-	3 (15%)	1 (5,55%)
	Identifica animales y plantas y hongos → Añade bacterias	-	-	3 (16,67%)
No progresan	Identifica animales y plantas	20 (87%)	8 (40%)	3 (16,67%)
	Identifica animales, plantas y hongos	-	-	3 (16,67%)
	Identifica animales, plantas, hongos y bacterias	-	-	3 (16,67%)
Retroceden	Identifica animales plantas y hongos → Elimina hongos	-	-	1 (5,55%)

Dinámica del ecosistema

Respecto a las interacciones que reconoce el alumnado en un ecosistema (Tabla3), hay una cierta mejora entre 2º y 4º de primaria. Disminuye el porcentaje de los que no contemplaban ninguna y, aquellos que ya reconocían la relación entre productores y consumidores primarios, añaden ahora a los consumidores secundarios. Sin embargo, en el paso de 4º a 6º de Primaria, la mayor parte del alumnado (80%) no progresa, reconociendo sólo relaciones entre productores y consumidores primarios y secundarios. Tampoco se ve un gran avance en el paso de 6º de Primaria a 2º de ESO, pues únicamente un tercio de los alumnos es capaz de reconocer la función de los descomponedores.

Tabla 3. Evolución de las ideas del alumnado sobre las relaciones en los ecosistemas

		2º → 4º EP N= 23	**4º → 6 EP** N=20	**6º → 2º ESO** N=18
Progresan	No relaciones tróficas → Relaciones tróf. (P y CP)	6 (26,1%)	-	-
	Relaciones tróficas (P y CP) → Rel. tróf. (P, CP y CS)	7 (30,4%)	-	1 (5,5%)
	Relaciones tróficas (P, CP y CS) → Relaciones tróficas (P, CP, CS y D)	1 (4,4%)	3 (15%)	4 (22%)
	Relaciones tróficas (P y CP) → Relaciones tróf. (P, CP, CS y D)	-	1 (5%)	-
No progresan	Relaciones tróficas (P y CP)	-	3 (15%)	1 (5,5%)
	Relaciones tróficas (P, CP y CS)	9 (39,1%)	13 (65%)	6 (33%)
	Relaciones tróficas (P, CP, CS y D)	-	-	6 (33%)

Importancia del biotopo

En relación con la importancia del biotopo (Tabla 4), observamos como en el paso de 2º a 4º de Primaria, la mayor parte del alumnado (13) no progresa, incluso aumenta un poco el porcentaje de los que considera que no tiene incidencia en los seres vivos. Se mantiene casi igual el porcentaje de los que consideran solo la desaparición de los productores y consumidores primarios, pero sí se duplica (30%) los que incluyen a los secundarios. En la transición de 4º a 6º de Primaria, la mayoría progresan (60%), 5 alumnos pasan de reconocer la desaparición de los productores, a extenderla a los consumidores primarios y 6 también a los secundarios. Y del 40% que no progresa la mitad ya extendían la desaparición hasta los consumidores secundarios. Finalmente en el cambio de 6º de Primaria a 2º de la ESO, observamos nuevamente como un 45% de los estudiantes no progresan. Entre los que progresan destacan los 5 alumnos que inicialmente sólo apuntaban la desaparición de productores, y ahora la extienden hasta los consumidores secundarios. Es significativo a lo largo de toda la etapa se siga manteniendo más de un 5% de los que no consideran la influencia del biotopo e igual de preocupante que ninguno considere la desaparición de los descomponedores.

Tabla 4. Evolución de las ideas sobre la importancia del biotopo

		2º → 4º N=23	**4º → 6** N=20	**6º → 2º ESO** N=18
Progresan	No establece relación con la vida → Desaparición de P	1 (4,3%)	1(5%)	1 (5,5%)
	No establece relación con la vida → Desaparición de P y CP	-	-	1 (5,5%)
	Desaparición de P → Desaparición de P y CP	5 (21,5%)	5 (25%)	-
	Desaparición de P → Desaparición de P, CP y CS	3 (12,9%)	6 (30%)	5 (27,5%)
	Desaparición de P y CP → Desaparición de P, CP y CS	-	-	3 (16,5%)
No progresan	Desaparición de P	5 (21,5%)	2(10%)	-
	Desaparición de P y CP	2 (8,6%)	2 (10%)	1 (5,5%)
	Desaparición de P, CP y CS	6 (25,8%)	4 (20%)	7 (38,5%)
Retroceden	Desaparición de P y CP → Desaparición de P	1 (4,3%)	-	-

Nota. P=Productores; CP=Consumidores Primarios; CS=Consumidores Secundarios.

4. Conclusiones

Los resultados del estudio muestran que los estudiantes van progresando paulatinamente en su modelo de ecosistema, aunque existe una parte importante del alumnado que presenta ideas restringidas, que son persistentes, y carencias graves que dificultan la construcción de un modelo aceptable científicamente.

Así, en lo que se refiere a los componentes de la biocenosis, el alumnado comienza reconociendo únicamente plantas, o en su defecto, animales y plantas. La mayor evolución se aprecia en el tránsito de 4º a 6º de primaria, momento en el que los alumnos incluyen también hongos y un pequeño número, incluso, bacterias. Sin embargo, entre los alumnos de mayor edad sigue existiendo una gran mayoría que no reconoce las especies microscópicas como parte del ecosistema y, también, se mantiene un número preocupante de alumnos que siguen incluyendo sólo animales y plantas.

Respecto a las relaciones dentro del ecosistema, el dato que destaca es la ausencia de cualquier tipo de referencia a otras relaciones que no sean las tróficas y éstas en muchos casos de forma incompleta.

Consideramos que ambas situaciones pueden encontrar sus causas en el escaso tratamiento del mundo microscópico y de otras relaciones que no sean las tróficas, tanto en libros de texto como en el aula. Además, como explican autores como Gavidia y Cristerna (2000), los textos escolares no contemplan adecuadamente los ecosistemas del medio local, no trabajan la problemática medioambiental y las ilustraciones que presentan, no se corresponden con la realidad. Y en la metodología utilizada en estas aulas tampoco se contemplaban estos aspectos.

En definitiva, parece persistir una visión bastante parcial y estática en la enseñanza de los ecosistemas. Sin duda la comprensión de la dinámica de interacción, tanto entre componentes de la biocenosis, como en la relación con el biotopo, no es un proceso sencillo, pues exige el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo respecto a los distinto elementos implicados (Mogensen, Mayer, Breiting y Vargas, 2009). Por esta razón, consideramos que la adquisición de un modelo científicamente adecuado de ecosistema debe plantearse de forma progresiva, tomando como punto de partida los modelos iniciales de los estudiantes y tratando de promover su evolución mediante el establecimiento de los oportunos itinerarios de progresión.

Esta secuencia de aprendizaje obligaría también a resolver ciertas carencias de contenidos básicos que ayuden a construir el modelo durante esta etapa educativa, como, por ejemplo, la biodiversidad o las especies microscópicas. Para que fueran capaces de desarrollar un modelo científicamente adecuado de ecosistema, deberíamos realizar una propuesta de progresión de aprendizaje del modelo de ecosistema, que permitiera avanzar al alumnado en sus concepciones, tomando estas ideas nucleares como componentes del mismo. Además sería necesario realizar esos planteamientos secuenciados desde edades tempranas, seguramente desde Educación Infantil, ya que los datos apuntan que no se soluciona el problema con tratarlos en Secundaria. Si debemos abordar el modelo de ecosistema así, es necesario cambiar también las metodologías y recursos utilizados en el sentido antes apuntado.

Usar el medio próximo como recurso ayudaría a comprender con más facilidad los factores abióticos, a reconocer la importancia del biotopo en el desarrollo del ecosistema y a relacionarlo paulatinamente con cada uno de los eslabones. Se podría evitar así la progresión lenta e incompleta que se observa en esta muestra de estudiantes, donde ningún alumno es capaz de relacionar el biotopo con la supervivencia de todas las especies. Y también debe introducirse de una forma clara y real la perspectiva sistémica, de forma que no sólo se centren en sus componentes, sino sobre todo en sus interacciones.

5. Referencias bibliográficas

Bravo, B. y Jiménez, M.P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32, 425-442.

Cañal, P. (2008). *Investigando los seres vivos*. Sevilla: Diada

Del Carmen (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique, 66*, 28-35

Demczuk, O.M; Nunes, L.M. y Silva, O.L (2007). Investigação das concepções espontâneas referentes a ciclo de vida e suas implicações para o ensino nas series iniciais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *6*(1), 117-128.

Galán, P. y del Pozo, R. (2013). La clasificación de la materia viva en Educación Primaria: Criterios del alumnado y niveles de competencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 12*(3), 372-390.

García, J.E. (2003). Investigando el ecosistema*. Investigación en la escuela*, 51, 83-100.

Gavidia, V. y Cristerna, M.D. (2000). Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 53-68.

Hokayem, H. y Wenk, A. (2016). Early Elementary Students' Understanding of Complex Ecosystems: A Learning Progression Approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1524–1545.

Menegaz, A.; Cordero, S. y Mengascini, A. (2012). Sistematización de una experiencia de educación ambiental en la formación docente continua: representaciones, ambiente y análisis colaborativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 11*(3), 660-677

Mogensen, F.; Mayer, M.; Breiting, S. y Varga, A (2009). *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad*. Barcelona: Graó

Vilches, A. y Gil, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria, a la que debemos y «podemos» hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario, 101-122.

Evolución de las explicaciones del alumnado de Educación Infantil durante una propuesta didáctica sobre el aire

María Lorenzo[1], Vanessa Sesto[2] e Isabel García-Rodeja[3]

[1]Centro Público Integrado do Toural. [2,3]Departamento de Didácticas Aplicadas.
Universidade de Santiago de Compostela

vanessa.sesto@usc.es

Resumen:

En esta comunicación se describe la evolución de las explicaciones de 14 niños de Educación Infantil (3-5 años) durante una propuesta didáctica sobre el aire. Para la recogida de datos se efectuaron grabaciones de las sesiones. Como herramienta para el análisis de datos se adoptaron categorías descritas en estudios previos. Los resultados muestran que inicialmente los niños no tienen conceptualizada la idea de aire, pero que durante el desarrollo de la secuencia sus explicaciones van adquiriendo un mayor nivel de sofisticación. Llegan a reconocer que el aire existe y ocupa espacio, siendo la masa la propiedad más difícil de asimilar.

Palabras clave: Educación Infantil; propuesta didáctica; aire; tipos de explicaciones.

Introducción

La construcción de explicaciones exige de la activación de un modelo que dé cuenta del fenómeno observado, de ahí que el análisis de las explicaciones que construyen los niños sobre su entorno proporcione una información valiosa acerca de cómo se desarrolla la comprensión de la causalidad física (Metz, 1991).

En la actualidad hay evidencias de que el razonamiento de los niños en edad preescolar no es exclusivamente animista, teleológico o mágico, sino que dependiendo de la familiaridad con el fenómeno o del dominio conceptual al que pertenezca, pueden ser capaces de construir explicaciones de carácter naturalista (Hickling y Wellman, 2001).

El propósito de este trabajo es examinar cómo evolucionan las explicaciones de un grupo de niños de Educación Infantil durante el desarrollo de una propuesta didáctica sobre el aire. Debido a su naturaleza imperceptible, los estudiantes acostumbran a tener dificultades para construir un modelo mental del aire consistente con el modelo de la ciencia escolar. Diferentes investigaciones ponen de manifiesto que muchos estudiantes, al no poder ver ni sentir el aire, ignoran su existencia (Driver, 1988) o creen que solamente existe cuando está en movimiento (Demirbaş y Ertuğrul, 2014). También es frecuente la concepción alternativa en la que se contempla el aire como una substancia carente de masa (Stavy, 1988). Además, a nivel corpuscular, los estudiantes suelen mencionar que durante un cambio de estado de líquido a gas las moléculas incrementan de tamaño, y no contemplan la posibilidad de que entre los átomos de una substancia en estado gaseoso exista vacío (Azizoğlu y Geban, 2016).

Metodología

Participantes y contexto de la investigación

En esta investigación participaron nueve niñas y cinco niños de tres, cuatro y cinco años de edad. En el momento en que se llevó a cabo la intervención, este grupo cursaba el segundo ciclo de Educación Infantil en un CPI de un entorno rural.

Secuencia didáctica

En la Tabla 1 se describe la secuencia de actividades desarrolladas en el aula para trabajar diversos contenidos relativos al aire. Entre los contenidos propuestos figuran:

- El aire existe.
- El aire pesa.
- El aire ocupa espacio.

Tabla 1. Secuencia de actividades para trabajar diversos contenidos relativos al aire

Secuencia de actividades	Intención educativa	Desarrollo
1. ¿Qué sabemos sobre el aire?	Conocer las ideas previas de los niños acerca del aire.	En asamblea la maestra planteó a los niños varias preguntas acerca del aire: ¿Qué es el aire? ¿Podéis ver el aire? ¿El aire se oye?
2. ¿Existe el aire?	Experimentar la existencia y/o movimiento del aire mediante la manipulación de diferentes materiales (globos, botellas, pajitas y jeringuillas).	Los niños se distribuyeron en pequeños grupos y se formularon preguntas del tipo: ¿Cómo podemos inflar un globo? ¿Qué ocurre al apretar una botella cerca de la cara? ¿Qué pasa al soplar algo con las pajitas?
3. Experimentamos con los materiales.	Conocer que las burbujas están formadas por aire.	Los niños manipularon varios materiales en presencia de agua mientras que, siguiendo una estrategia POE, se formulaban preguntas como: ¿Qué pasa si soplo con una pajita dentro del agua?
4. ¿Se moja el papel?	Comprender que el aire ocupa espacio.	Se introdujo un papel en el fondo de un vaso y se preguntó a los niños qué sucedería al voltear e introducir el vaso en agua. Tras las predicciones iniciales, se realizó el experimento y se pidió a los niños que intentasen explicar por qué el papel no se había mojado.
5. Pesamos el aire.	Introducir la idea de que el aire pesa.	Se construyó una balanza atando a cada extremo de la varilla inferior de una percha tres clips. Posteriormente se colgó del pomo de una puerta y se explicó a los niños su funcionamiento, dejándoles pesar algunos objetos del aula para familiarizarlos con el manejo del nuevo instrumento. Luego, se preguntó a los niños qué creían que pesaba más, un globo inflado o uno sin inflar, y se comprobaron las predicciones.

El diseño de la propuesta se basa en la perspectiva de Benlloch (1992), quién sugiere que a la hora de secuenciar actividades se ha de tratar que los niños empiecen expresando verbalmente y mediante acciones lo que conocen sobre el fenómeno bajo estudio, y luego se ha de plantear la resolución de problemas vinculados al mismo. Además, en la mayoría de las actividades se

recurre a una estrategia tipo POE (Predecir-Observar-Explicar), en la que se anima a los niños a emitir predicciones sobre el fenómeno que luego tendrán la oportunidad de contrastar experimentalmente.

Instrumento de recogida y análisis de datos

Para la recogida de datos se efectuaron grabaciones en audio y vídeo de las sesiones, que posteriormente fueron trascritas. A fin de preservar el anonimato de los participantes, en las transcripciones se han utilizado nombres ficticios en los que se conserva el género.

Como herramienta para el análisis de datos se han adoptado categorías descritas en estudios previos que abordan las explicaciones de los niños acerca de otros fenómenos naturales (Christidou, 2005; Saçkes, Flevares y Trundle, 2010). Las explicaciones se pueden clasificar en científicas, sintéticas, naturalistas y no-naturalistas (Figura 1). Las explicaciones sintéticas contienen algunos elementos de la explicación científica, pero otros son inconsistentes con las ideas de la ciencia (Saçkes et al., 2010). Las explicaciones naturalistas se consideran el paso previo a la comprensión de la causalidad física, y pueden ser agentivas, si contemplan la intervención de una agente externo, o no-agentivas, cuando son las propiedades u acciones de las substancias u objetos implicados en el fenómeno las que desencadenan el cambio (Christidou, 2005).

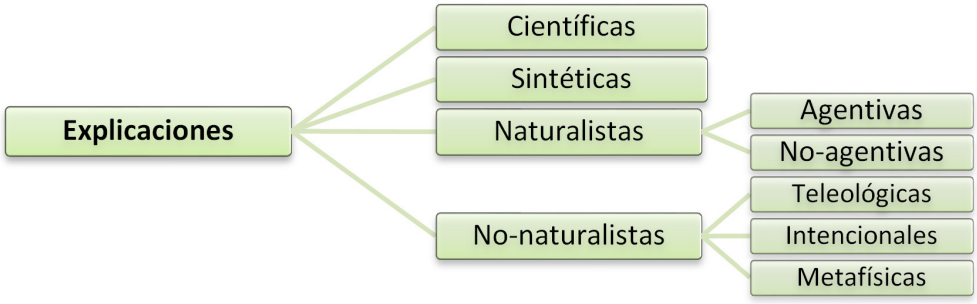


Figura 1. Categorización adoptada para analizar las explicaciones

Las explicaciones no-naturalistas se dividen en intencionales, metafísicas o teleológicas. En las explicaciones teleológicas se asume que los fenómenos naturales ocurren con un propósito específico. Las explicaciones intencionales atribuyen carácter inteligente y consciente a los entes inanimados. Las explicaciones metafísicas atribuyen la ocurrencia de fenómenos naturales a poderes sobrenaturales (Christidou, 2005).

Resultados

En la Tabla 2 se resumen los resultados obtenidos en este estudio. La primera columna muestra la categorización de las explicaciones que dieron los niños durante la primera actividad. La segunda columna agrupa las explicaciones que dieron los niños conforme se desarrollaba la secuencia. En general, el número de explicaciones excede al de participantes, pues varios niños proporcionaron más de una explicación. A continuación se describirán con más detalle algunos casos concretos.

En la primera actividad de la secuencia se observó que los niños tenían conocimientos previos acerca del aire. En sus respuestas hicieron referencia a fenómenos meteorológicos como el viento, la nieve o la lluvia, pero mostraron una falta de comprensión en lo que a las propiedades del aire se refiere.

Un niño, Unai, proporcionó una explicación sintética al identificar el aire con el viento. Desde el punto de vista científico, el término viento se utiliza para hacer referencia al movimiento en

masa del aire, siendo el aire la mezcla homogénea de gases que constituye la atmosfera. Cinco niños dieron explicaciones naturalistas agentivas al mencionar que el aire viene de los árboles, la nieve, los polos o de ciertas partes del cuerpo como la garganta. Por ejemplo:

—Maestra: «¿Qué es el aire?».

—Unai [4 años]: «Es viento».

—Sofía [4 años]: «Viene de los árboles. También viene de la nieve».

—Yasmine [5 años]: «Y del Polo Sur, y del Polo Norte».

Tabla 2. Frecuencia del tipo de explicaciones que dieron los estudiantes durante la secuencia

		Inicio de la secuencia			Durante la secuencia		
Tipos de explicación		3 años (N=6)	4 años (N=4)	5 años (N=4)	3 años (N=6)	4 años (N=4)	5 años (N=4)
Científica		0	0	0	1	2	4
Sintética		0	1	0	0	0	0
Naturalista	Agentiva	1	1	3	0	2	2
	No-agentiva	1	0	1	7	6	4
No-naturalista	Teleológica	2	0	0	0	0	0
	Intencional	0	2	0	1	0	1
	Metafísica	0	0	0	2	0	0
Sin explicación		3	0	1	0	0	0

Al preguntarles acerca de su peso, Yasmine proporcionó una explicación naturalista no-agentiva, pues justificó la ausencia de peso en base a la apariencia invisible del aire. Esta respuesta es semejante a las descritas en otros trabajos, en donde se demuestran las dificultades de los estudiantes para comprender que el aire tiene masa (Stavy, 1988).

—Maestra: «¿Y sabéis si pesa?».

—Yasmine [5 años]: «No, no pesa, porque es aire solo. Lo que pesa son las cosas grandes. Nosotros, las maletas,… ».

Durante la tercera actividad, cuando se preguntó a los niños que sucedería al introducir la boca de un globo inflado en agua, Sofía y Unai dieron explicaciones naturalistas agentivas al mencionar que saldrían burbujas de jabón. La necesidad de introducir la acción de un agente externo como el jabón creemos que deriva de experiencias previas en su vida cotidiana, ya que probablemente hayan visto burbujas al echar jabón en la bañera o en los juegos de soplar. Otra niña, Adriana, dio una explicación científica al afirmar que saldrían burbujas debido al aire:

—Maestra: «¿Qué pasa si metemos la boca de un globo inflado bajo el agua?».

—Sofía [4 años]: «Se desinfla y echa burbujas de jabón».

—Adriana [5 años]: «Salen burbujas porque el globo tiene aire dentro».

Las primeras explicaciones de Javier, un niño de tres años recién cumplidos, durante esta actividad, se encuadraron en explicaciones intencionales y metafísicas, refiriéndose a las botellas como miembros de una unidad familiar y aludiendo a que el agua podía oler a aire. Conforme avanzó en la actividad, sus explicaciones fueron adquiriendo un mayor nivel de sofisticación, llegando a reconocer que las burbujas son de aire:

—Maestra: « ¿Qué pasa si echamos ese aire que contienen las jeringas en agua?».

—Javier [3 años]: «El agua huele a aire». […]

—Maestra: « ¿Qué relación hay entre el tamaño de la botella sumergida y la cantidad de burbujas que salen de ella?».

—Javier [3 años]: «Salen más burbujas de la botella grande porque es el papá y menos de la pequeña porque es la mamá». […]

—Maestra: « ¿Y qué son las burbujas?».

—Javier [3 años]: «Aire».

Durante la cuarta actividad, al preguntar a los niños qué pasaría al sumergir un vaso boca abajo, algunos niños como Diego dieron explicaciones naturalistas agentivas al hacer referencia a que el papel se moja, se hace añicos y se congela a causa del agua:

—Maestra: « ¿Qué sucederá si sumergimos el vaso boca abajo en el agua?».

—Diego [5 años]: «El papel se cae porque se moja y hace añicos, y al estar mucho tiempo bajo el agua, que está tan fría, se congela».

En estas explicaciones iniciales vemos que aún no han integrado en sus modelos mentales la idea de que el aire ocupa espacio. Después de realizar el experimento y ver que el papel no se mojaba, Diana, de tres años, recurrió a una explicación no-naturalista metafísica al mencionar que «hay algo mágico en el vaso que no deja entrar el agua». Otros niños como Adriana, de cinco años, al ver que se formaban burbujas al sacar el vaso del agua, fueron capaces de concluir que el papel no se mojaba porque en el interior del vaso había aire.

En la última actividad, todos los niños dieron explicaciones naturalistas no-agentivas cuando se pidió que pensasen acerca de un globo inflado y otro sin inflar. Algunos niños, Yasmine y Adriana (5 años), Unai (4 años), y Javier y Diana (3 años), hicieron referencia a que el aire tiene peso y hace a las cosas más pesadas. Otros niños, Diego y Rosa (5 años), Sofía (4 años), y Roque y Marina (3 años), manifestaron que el globo inflado pesaría menos porque flota. Un tercer grupo de niños, Daniel y Zina (3 años) e Inés (4 años), mencionaron que pesaría lo mismo un globo inflado que uno sin inflar. Por ejemplo:

—Maestra: « ¿Qué globo creéis que pesa más?».

—Unai [4 años]: «El globo hinchado porque el otro no tiene aire».

—Sofía [4 años]: «El globo inflado no pesa porque flota».

—Inés [4 años]: «Pesan lo mismo porque el globo grande no tiene nada dentro».

Conclusiones

A partir de los datos obtenidos podemos concluir que al inicio de la secuencia este grupo de niños no tienen conceptualizada la idea de aire. Independientemente de la edad, la mayoría tiende a dar explicaciones naturalistas agentivas en las el aire se relaciona con ciertos fenómenos meteorológicos como la lluvia, la nieve o el viento. Esta idea de que el aire solamente existe cuando está en movimiento ya fue descrita en estudios previos (Demirbaş y Ertuğrul, 2014).

A medida que se desarrolla la propuesta didáctica, las explicaciones intencionales y metafísicas van dando paso a explicaciones cada vez más sofisticadas en las que se aprecia que la mayoría de los niños reconoce la existencia del aire aunque no puedan verlo, y son conscientes de que ocupa espacio. La masa fue la propiedad del aire que entrañó más dificultades. Aunque algunos entendieron que el aire pesa y hace a las cosas más pesadas, también fueron frecuentes las respuestas en las que se considera que el aire hace más ligeras a las cosas o no pesa. Esta última

respuesta fue especialmente recurrida entre los niños de menor edad. Estas ideas relativas al aire y a la masa son semejantes a las descritas en estudios previos con estudiantes de entre 11 y 15 años (Driver, 1988).

En definitiva, ante esta intervención didáctica, todos los niños, en mayor o menor grado dependiendo de factores como la edad, han sido capaces de construir explicaciones cada vez más cercanas a las de la ciencia escolar.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias bibliográficas

Azizoğlu, N., y Geban, Ö. (2016). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balıkesir* Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *6*(1), 73-78.

Benlloch, M. (1992). *Ciencias en el parvulario: una propuesta psicopedagógica para el ámbito de la experimentación*. Barcelona: Paidós.

Christidou, V. (2005). Accounting for natural phenomena. *International Journal of Learning*, *12*(8), 21-28.

Demirbaş, M., y Ertuğrul, N. (2014). A study on preschoolers' conceptual perceptions of states of matter: a case study of Turkish students. *South African Journal of Education*, *34*(3), 01-13.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, *6*(2), 109-120.

Hickling, A. K. y Wellman, H. M. (2001). The emergence of children's causal explanations and theories: Evidence from everyday conversation. *Developmental Psychology*, *37*(5), 668-683. DOI: http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.668

Metz, K. E. (1991). Development of explanation: Incremental and fundamental change in children's physics knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(9), 785-797. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660280906

Saçkes, M., Flevares, L. M., y Trundle, K. C. (2010). Four-to six-year-old children's conceptions of the mechanism of rainfall. *Early Childhood Research Quarterly*, *25*(4), 536-546. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2010.01.001

Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, *10*(5), 553-560. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069880100508

Estudio de las representaciones de los Modelos Sistema Inmunológico y Sistema Digestivo a través de dibujos y explicaciones escritas del alumnado del grado de Magisterio

Miren Begoñe Burgoa Etxaburu[1], Araitz Uskola Ibarluzea[2], Gurutze Maguregui González[2], Teresa Zamalloa Echevarría[2] y Ainara Achurra Ahumada[2]

[1]Instituto de Evaluación e Investigación Educativa ISEI-IVEI (Gobierno Vasco), LIEC (UAB).
[2]Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales (UPV/EHU)

bbetxaburu@gmail.com

Resumen:

En este trabajo se analiza cómo explicitan 62 estudiantes del Grado de Educación Primaria sus Modelos de Sistema Inmunológico (SI) y de Sistema Digestivo (SD), una vez terminada la secuencia didáctica que ha considerado dos temas de actualidad, las alergias y las intolerancias a ciertos alimentos. Durante la participación en la secuencia didáctica, el alumnado ha tenido la oportunidad de ir construyendo ambos modelos mediante la realización de maquetas. Para este estudio se han analizado las explicaciones escritas y los dibujos. Los resultados muestran que existe una diferencia importante entre ambas representaciones del Modelo, mostrando mayor nivel las explicaciones que los dibujos para ambos Modelos. Se destaca que existe una gran debilidad en la representación del modelo mediante imágenes, por ello se plantea la necesidad de una formación explícita para los futuros docentes.

Palabras clave: sistema inmunológico; alergias; modelo; dibujos; intolerancia; formación de profesorado

Introducción

En la sociedad actual se presentan temas como los relacionados entre otros con la salud, sobre los que diversos agentes sociales manifiestan posturas diferenciadas. Para la capacitación en la toma de decisiones, es importante que la población posea un conocimiento científico sobre los diferentes Modelos acorde con la perspectiva actual. Sin embargo, diversos informes ponen de manifiesto la falta de ciudadanos y ciudadanas mínimamente formados en ciencias, por ello, es necesario ahondar en la formación del profesorado en ciencias en consonancia con los nuevos retos a los que se enfrenta la sociedad (COSCE, 2011).

Entre los temas de actualidad están las alergias y las intolerancias a ciertos alimentos. Ambas cuestiones son ampliamente debatidas tanto en las familias, en las escuelas como en los medios de comunicación. Sin embargo, parece que la población no posee un conocimiento adecuado sobre qué es una alergia, una intolerancia, y en qué modo afecta cada una de ellas a la persona que lo padece.

Este hecho llevó al grupo investigador a plantear una secuencia didáctica que abarcara ambas cuestiones. Los resultados mostraron una mejoría en el conocimiento y comprensión de dichas patologías (Autoras, 2018), pero la impresión era que los dibujos eran muy pobres.

Objetivos

El presente trabajo estudia cómo expresa el modelo en diferentes formas el futuro profesorado de Educación Primaria en cuanto a los Modelos de Sistema Inmunológico (SI) y de Sistema digestivo (SD) se refiere. Los objetivos de este estudio son:

1. Analizar la relación entre las explicaciones escritas y los dibujos de los Modelos SI y SD explicitados por los estudiantes.
2. Analizar la influencia de la realización de una maqueta en la representación de los Modelos SI y SD.

Marco teórico

La teoría de modelos mentales

Apropiarse de cualquier aspecto de la realidad supone representarlo, es decir construir un "modelo mental" de la realidad (Izquierdo, 1999). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983) considera que la mente humana opera con 3 tipos de representaciones mentales: proposiciones, modelos mentales e imágenes. La secuencia didáctica ha tenido como finalidad que los "modelos mentales" del estudiante vayan evolucionando hasta que se aproximen al Modelo científico vigente.

Basada en esta concepción, Gómez y Gavidia (2015), afirman que los dibujos pueden explicitar las representaciones mentales que una persona posee.

La modelización en la enseñanza de las ciencias

La ciencia desarrolla y usa modelos para interpretar la realidad. Schwarz *et al.* (2009) definen un modelo como un resumen y representación simplificada centrada en las principales características de un sistema, que puede explicar y predecir fenómenos científicos. Por ello, desarrollar y usar modelos se considera una de las prácticas científicas que se deben establecer en la enseñanza de la ciencia (NRC, 2012). El proceso de modelización se genera a través de diversas experiencias y razonamientos sobre sí mismo, y comprende varias fases (Hernández, Couso, y Pinto, 2015).

Diferentes formas de representación

Para Izquierdo, Sanmartí, Espinet, García y Pujol (1999), aprender ciencia también implicaría manejar el lenguaje y las representaciones de la ciencia erudita. Así, los significados de las representaciones son apropiados por los estudiantes no directamente, sino mediados como parte de una actividad y sus objetivos. Además, coordinar varias representaciones (verbal, visual, etc.) como andamiaje tiene beneficios en el aprendizaje de los estudiantes (Olander, Wickman, Tytler e Ingerman, 2018). En concreto, a través del dibujo el estudiante es capaz de explicitar una visión de sus modelos mentales. Así el dibujo contribuye a desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la reorganización de ideas y la integración de nuevos conocimientos (Gómez y Gavidia, 2015). Los dibujos ayudan a modelizar (Márquez, 2002) en tanto que tienen un gran potencial comunicativo, ya que permiten hacer una representación intencionada y simplificada de la realidad, mostrando un escenario en que pueden recogerse aspectos de estructura, de funcionamiento del sistema o de relación entre éste y el entorno.

Metodología

El equipo formado por las autoras diseñó una secuencia didáctica en torno a las alergias y las intolerancias a ciertos alimentos, que fue implementada por una de ellas en un grupo de primero

del grado de Educación Primaria el segundo semestre del curso 2016/17. Para el análisis se han tenido en cuenta las representaciones de los Modelos de SI y de SD a través de las explicaciones escritas y los dibujos.

Participantes

Se presentan los datos obtenidos en el cuestionario final de 62 estudiantes, que se dividieron en 14 grupos, de los que 6 (21 estudiantes) construyeron maquetas relacionadas con el SI, 7 (36 estudiantes) con el SD y un grupo (5 estudiantes) con patologías relacionadas con la ingesta de gluten.

Secuencia de las actividades

La secuencia consistió en responder un primer cuestionario sobre alergias e intolerancias. Seguidamente, el alumnado tuvo que buscar información, usarla para revisar y reconstruir sus modelos iniciales, ayudado por las profesoras. Se formaron grupos, para construir un modelo físico tridimensional y dinámico relacionado con uno de los sistemas, que incluyera los siguientes criterios: agente externo, partes del cuerpo implicadas en el proceso a nivel macroscópico y microscópico, y respuesta de carácter dinámico. Las maquetas se presentaron al resto de grupos y se coevaluaron según los criterios. Finalmente, el alumnado respondió a preguntas que requerían la realización de dibujos. Las preguntas que se analizan en este estudio son dos: "¿Qué le pasa a tu cuerpo en el caso de tener alergia al polen? Explícalo con palabras y ayúdate de un dibujo.", y "¿Qué le pasa a tu cuerpo en el caso de tener intolerancia a la leche? Explícalo con palabras y ayúdate de un dibujo.".

Instrumentos y métodos de análisis

Se han establecido categorías teniendo en cuenta con qué sistema relacionaban cada patología, su conocimiento sobre el mismo y los procesos internos de cada patología, así como la sintomatología de cada una de ellas y su relación con los procesos internos.

En el caso de las alergias, relacionadas con el SI, se han tenido en cuenta los niveles ya establecidos por las autoras (Autoras, 2017). Así, se sitúan en el nivel 0 las repuestas que consideran el cuerpo inerte; en 1 las que tienen en cuenta los componentes y la estructura del sistema; en 2 cuando mencionan cambios tales como la producción de anticuerpos y en 3 cuando consideran al cuerpo como un sistema cuyos cambios lo preparan para acciones futuras.

Respecto a la intolerancia a la leche, relacionada con una patología en el SD, se han establecido categorías relacionadas con el Modelo de SD que, aunque incompletas, recogen aspectos de la estructura, procesos y función: SD-ESTR, que toma un valor 1 cuando el alumnado tiene en cuenta la existencia de enzimas; SD-PRO, que toma valor 0 a 3, en función de si se mencionan 0 a 3 de los procesos (digestión producida por enzimas, absorción de nutrientes en el intestino delgado, fermentación en el intestino grueso por bacterias) y SD-FN, que tiene un valor 1 cuando aluden a la función, a que las células no pueden obtener energía.

Para la categorización de la sintomatología, en ambas patologías, se han establecido tres niveles, 0, cuando no explicitan los síntomas, 1 si explicitan los síntomas correctos y 2 si explicitan los síntomas correctos y los vinculan con los procesos internos.

Resultados

En cuanto al primer objetivo de la investigación, los resultados del análisis de las explicaciones y los dibujos realizados por los estudiantes para el caso de las alergias y las intolerancias (valores que van del 0 al 3) se muestran en la Figura 1.

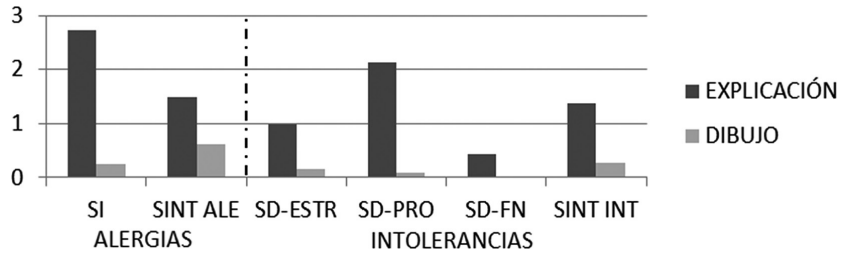
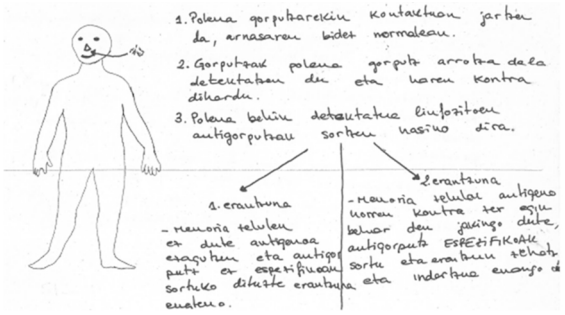


Figura 1. Resultados (en promedio) de la representación de los modelos SI y SD, y de las sintomatologías de alergias e intolerancias en las explicaciones y dibujos, respectivamente

Se puede observar que en todos los casos los resultados son mejores en las explicaciones que en los dibujos. Esto es, en las explicaciones, los estudiantes muestran un mayor nivel de Modelo SI, y un mayor nivel de sintomatología de las alergias, y ocurre lo mismo en el caso de la referencia a diferentes aspectos del Modelo SD y la sintomatología de las intolerancias.

Se ha analizado si hay relación entre los modelos científicos explicitados a través de explicaciones escritas y los dibujos, y se ve que en general no hay correlación, es decir, no hay relación entre dar una buena explicación y hacer un buen dibujo. Sólo se ha hallado correlación de este tipo en cuanto al nivel de conocimiento mostrado sobre los síntomas de las alergias, con una correlación de .472 (significativa al .01) entre las respuestas escritas y los dibujos.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la diferencia entre la explicación escrita y el dibujo en referencia al Modelo SI.



1.- El polen se pone en contacto con el cuerpo, normalmente a través de las vías respiratorias.
2.- El cuerpo detecta el polen como un cuerpo extraño y actúa en su contra.
3.- Una vez detectado el polen, los linfocitos comienzan a producir anticuerpos.
Primera respuesta: Las células de memoria no conocen el antígeno y producen anticuerpos no específicos como respuesta.
Segunda respuesta: Las células de memoria saben qué deben hacer en contra del antígeno, producen anticuerpos específicos y dan una respuesta precisa y contundente.

Figura 2. Ejemplo de la diferencia entre la explicación escrita y el dibujo sobre el Modelo SI

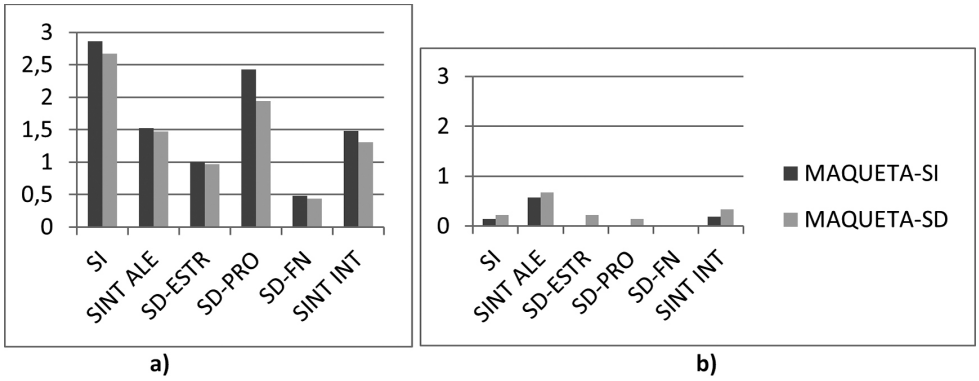


Figura 3 Resultados (promedios) de la representación en las explicaciones (a) y dibujos (b), respectivamente, en función del tipo de maqueta realizada

En cuanto al segundo objetivo, se pueden observar los diferentes resultados (valores que van del 0 al 3) en la Figura 3. Los estudiantes que realizaron la maqueta relacionada con el SD dieron peores explicaciones escritas pero mejores dibujos en cuanto a todos los aspectos analizados. Las diferencias no son en general significativas, sólo se han hallado correlaciones entre la realización de la maqueta vinculada al Modelo SD con la representación de SD-ESTR (.256), y del proceso de absorción (.271), significativas al .05.

Conclusiones

En cuanto al primer objetivo de la investigación, no se ha observado relación entre el nivel de los dibujos y las explicaciones escritas en ninguno de los Modelos analizados. El nivel mostrado en la explicación escrita supera al del dibujo, tanto cuando se refiere al Modelo como a las distintas sintomatologías. La correlación entre la explicación escrita y los dibujos de las sintomatologías de ambas patologías podría deberse a que se trata de representar características externas, que conoce la población en general. Si la construcción del "modelo mental" acorde al Modelo científico vigente necesita que ambas representaciones sean coherentes, sería necesario analizar qué factores han influido en la diferencia de nivel entre la explicación escrita y el dibujo. Por otra parte, si desde otras investigaciones (Gómez y Gavidia, 2015) se sugiere que la descripción de la información mediante lenguaje escrito no siempre supone en el caso del alumnado una evidencia completa de sus representaciones, cabe preguntarse hasta qué punto el Modelo que posee el futuro profesorado es adecuado para afrontar su futuro profesional con calidad.

Los resultados muestran una débil formación en dibujo en estos estudiantes que podría tener relación con cuestiones señaladas por diversos autores (Brandstetter, Sandmann, y Florian, 2017) como el hecho de que, a los 15 años un porcentaje importante no es capaz de realizar una lectura visual satisfactoria y que durante el aprendizaje de contenidos con representación visual se concentran en la identificación de elementos o partes y rara vez participan en los procesos de generación de significado que podrían promover una comprensión más profunda de los conceptos representados (Patrick y Tunnicliffe, 2010). Por ello, pensamos que es necesario incluir dibujos y descripciones en la formación del profesorado, porque como sostienen Gómez y Gavidia (2015), el dibujo contribuye a desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la organización de ideas y la integración de nuevos conocimientos.

El trabajo realizado en la elaboración de maquetas parece haber influido positivamente en la realización de dibujos de los estudiantes que realizaron maquetas relacionadas con el SD. Ello hace que sea necesario reflexionar si su construcción reflejó aspectos claves de los Modelos en una y otra representación tridimensional de forma similar. Por otra parte, no se debe descartar la complejidad entre uno y otro modelo –más complejo el Modelo SI-. En general, el Modelo SD es abordado en distintos cursos de las etapas de escolaridad, no así el Modelo SI, y tal vez, el alumnado posee representaciones pictóricas que no han sido construidas del todo durante el curso presente.

Agradecimientos

(a) Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399); (b) Proyecto realizado gracias al Proyecto de innovación educativa HBP14/1718 de la UPV/EHU.

Referencias bibliográficas

Autoras (2018).

Autoras (2017).

Brandstetter Brandstetter, M., Sandmann, A. y Florian, C. (2017). Understanding pictorial information in biology: Students' cognitive activities and visual reading strategies. *International Journal of Science Education, 39*(9-10), 1218–1237. https://doi.org/ 10.1080/09500693.2017.1320454.

COSCE (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España (Informe Enciende)*. Madrid: COSCE.

Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12*(3), 441-455. http://hdl.handle.net/10498/17601.

Hernández, M.I., Couso, D. y Pintó, R. (2015). Analyzing students' learning progressions throughout a teaching sequence on Acoustic Properties of Materials with a model-based inquiry approach. *Journal of Science Education and Technology, 24* (2), 356-377.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., Espinet, M., García, M.P. y Pujol, R.M. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 79-92.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Márquez, C. (2002). Dibujar en las clases de ciencias. *Aula de Innovación Educativa 117*, 54-57.

NRC (2012) A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting conceps, and Core ideas. https://www.nap.edu/read/13165/chapter/1.

Olander, C., Wickman, P., Tytler, R. y Ingerman, A. (2018). Representations as mediation between purposes as junior secondary science students learn about the human body. *International Journal of Science Education, 40*(2), 204-226.

Patrick, P.G. y Tunnicliffe, S.D. (2010). Science teachers'drawings of what is inside the human body. *Journal of Biological Education, 44*(2), 81-87.

Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyion, L., Achér, A., Fortus, D., Schwarz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(6), 632-654.

Triángulos de sostenibilidad: análisis de las producciones de los estudiantes en una actividad sobre los diferentes usos del monte

Isabel García-Rodeja Gayoso[1], Santiago Montero Vilar[2], Laura García Brea[3]

[1] Departamento de Didáctica Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela.
[2] IES Ponte Caldelas. [3] IES San Clemente

isabel.garcia-rodeja@usc.es

Resumen:

En este trabajo se describe la implementación de una actividad denominada "triángulo de sostenibilidad" para conocer en qué medida esta actividad permite activar ideas sobre los usos del monte y su compatibilidad con el desarrollo sostenible. La actividad está incluida dentro de una propuesta más amplia denominada "monte funcional". Los participantes fueron 27 estudiantes de 1º de bachillerato de un instituto de enseñanza secundaria de un entorno rural. Se describen las producciones de los estudiantes al implementar la tarea. Los resultados muestran como la implementación de la actividad ayudó a activar ideas y reflexionar sobre los posibles usos del monte y sobre los valores ecológicos, económicos y sociales de los diferentes usos.

Palabras clave: Desarrollo sostenible; Problemas socio-científicos; Ordenación territorial; Secundaria.

Introducción

La conservación y ordenación de espacios naturales está adquiriendo gran importancia para la sostenibilidad ecológica del planeta. La naturaleza compleja e interdisciplinar de los problemas ambientales requiere de habilidades que van más allá de los métodos tradicionales de enseñanza. En este sentido, Grace y Ratcliffe (2002) indicaron que la capacidad de tomar decisiones sobre temas de conservación es un requisito previo para tomar decisiones informadas sobre cuestiones relativas al desarrollo sostenible.

Si la educación tiene que ser emancipadora y capaz de ayudar a una ciudadanía a construirse de forma libre, consciente de la realidad que nos rodea y capaz de participar en su transformación, es esencial trabajar los problemas socio-científicos y socio-ambientales en el aula (Kolstø, 2001). Los problemas socio-científicos, además, pueden representar un marco adecuado para desarrollar en el aula de ciencias la educación para la sostenibilidad. Nosotros, al igual que otros autores (ver por ej. Roth, 2002), consideramos la necesidad de trabajar los problemas socio-ambientales en contextos locales. Estos contextos ayudan a poner en valor el patrimonio natura local y a generar sentimientos de apego. Domènech (2018) adopta una propuesta que identifican el conflicto y la acción como elementos clave en la construcción de propuestas didácticas de enseñanza de las ciencias. Nosotros consideramos que son las actividades a nivel local las que permiten, con mayor facilidad capacitar para la acción ya sea a nivel individual o colectivo. Es por tanto esencial trabajar actividades contextualizadas en el entorno de nuestro alumnado que

les permita generar emociones hacia los lugares donde viven, donde se les de oportunidades de adquirir conocimientos sobre el medio y les capacite además para su gestión.

El objetivo de este trabajo es conocer en qué medida la actividad "triángulos de sostenibilidad" da oportunidades a los estudiantes de activar ideas y reflexionar sobre los usos del monte y su compatibilidad con el desarrollo sostenible. Para ello se describen las producciones de los estudiantes durante el desarrollo de la actividad. La actividad está incluida dentro de una secuencia más amplia de actividades denominada "Monte multifuncional" que pretende que los estudiantes se inicien en la toma de decisiones para la realización de un plan de ordenación de su comunidad de montes.

Metodología

El enfoque metodológico empleado en este trabajo se caracteriza por ser de tipo cualitativo y constituye un estudio de caso. Este enfoque permite investigar un fenómeno en su contexto real (Yin 2003) y profundiza en el conocimiento de un determinado fenómeno a través de un estudio intensivo de un grupo reducido de estudiantes (Taylor y Bodgan 1994).

Participantes y contexto

La actividad se realizó con una clase de 27 estudiantes de 1º de bachillerato de un instituto público de una zona rural. La edad de los alumnos oscila entre los 16 y los 18 años. Hay estu-

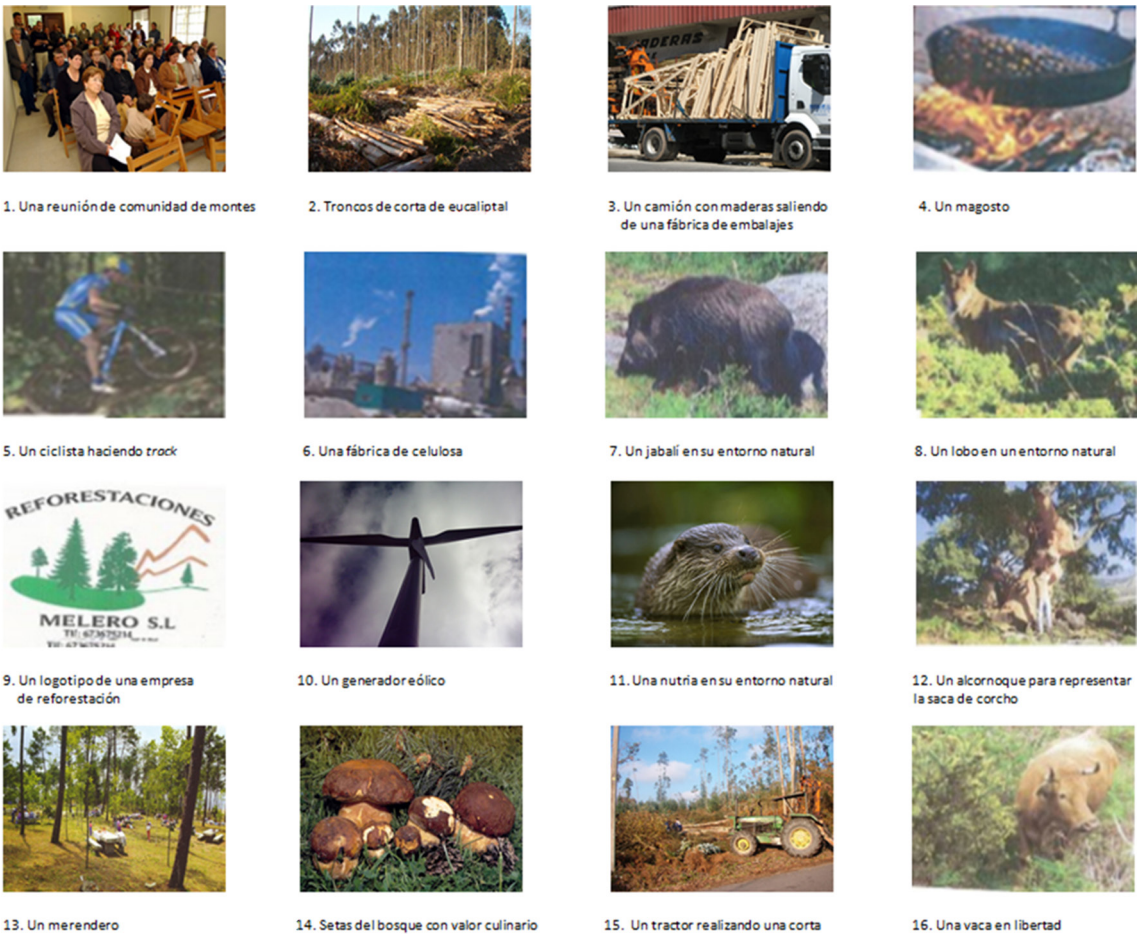


Figura 1. Imágenes de las tarjetas utilizadas en la actividad que representan diferentes usos, recursos y valores del monte.

diantes de la modalidad de humanidades (12 alumnos) y estudiantes de la modalidad científica-tecnológica (15 alumnos). Se formaron seis grupos por autoselección de 4 o 5 personas, que se mantuvieron a lo largo de todas las actividades.

Para la implementación de estas actividades contamos con la colaboración del presidente de la mancomunidad de montes y un miembro de una empresa que se dedica a la gestión de espacios naturales y educación ambiental, al mismo tiempo comunero de la comunidad de montes. Además en el aula estaba el profesor que es al mismo tiempo el primer autor de este trabajo.

Diseño de la actividad

La actividad "el triángulo de sostenibilidad" se desarrolló a mitad de la secuencia de actividades "monte multifuncional". La actividad "triángulo de sostenibilidad" tiene como objetivo reflexionar sobre dos aspectos íntimamente entrelazados: los usos del monte y el concepto de desarrollo sostenible.

En relación a los usos del monte señalar que la desconexión con el medio natural del modo de vida urbano, incluso en poblaciones de entorno rural, provoca que los estudiantes desconozcan la gran cantidad de usos y recursos que se pueden obtener con una buena gestión. Por otro lado, manejar el concepto de desarrollo sostenible permite definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas.

Como señala Artaraz (2002) el concepto de sostenibilidad muchas veces se representa mediante un triángulo equilátero, cuya área central representaría la zona de equilibrio para el desarrollo sostenible. Esta idea representa el corazón de la actividad.

La actividad "triángulo de sostenibilidad" comienza con una presentación con 53 fotografías relacionadas con los diferentes usos del monte. A continuación se les comenta que todas las fotografías tienen cierta relación con estos usos.

A cada grupo se les reparte un folio con el triángulo de sostenibilidad, un folio con 16 fotografías seleccionadas de la presentación (figura 1) relacionadas con distintos usos del monte, tijeras y pegamento. Se les pide que recorten las fotografías y las peguen dentro del triángulo en la posición que se considere más apropiada según si el uso atiende más a la dimensión ecológica, económica o socio-cultural. Esta actividad se realiza en grupo para proporcionar oportunidades de debatir y argumentar sobre los usos del monte.

El presidente de la comunidad de montes, un empleado de una empresa de gestión, así como el profesor participan en la actividad prestando apoyo cuando así lo demandan los estudiantes. La actividad es abierta y puede tener más de una posible solución.

Instrumento de recogida de datos y análisis

Los datos se obtuvieron del análisis de las producciones del alumnado al implementar la actividad. Además del material que producen los estudiantes, para la recogida de datos los distintos grupos fueron grabados en audio, para registrar la discusión entre el alumnado, y también en vídeo.

Para analizar los resultados se han considerado seis categorías: las tarjetas que representan usos que consideran que tienen únicamente un valor se posicionarán en los vértices y se corresponden con las tres categorías Económico, Ecológico, y Social; las tarjetas que representan usos con valores binarios se dispondrán en los lados del triángulo y se corresponden con las categorías Económico-Ecológico, Económico Social, Ecológico-Social. Las tarjetas que representan usos que concilian valores ecológicos, económicos, y sociales se dispondrán hacia el centro del triángulo de sostenibilidad.

Resultados y discusión

En este trabajo se analizan las producciones de los estudiantes, en concreto la colocación de las imágenes en el triángulo de sostenibilidad, ayudándonos del análisis de las conversaciones de los diferentes grupos para su correcta interpretación. A continuación se analizan las producciones de los diferentes grupos (Figura 2).

Figura 2. Producciones de los estudiantes

En tabla 1 se muestra el análisis de los resultados de los seis grupos. En todos los grupos en el vértice ecológico se situaron las tarjetas que representan el lobo y la nutria y concluyeron por tanto que estos mamíferos aportan un valor ecológico. En cualquier caso a pesar del consenso, este punto no estuvo exento de interesantes discusiones. En la parte superior del triángulo que corresponde con el desarrollo económico todos los grupos coinciden en poner la fábrica de celulosa, el camión de maderas saliendo de una fábrica de embalajes, y el tractor realizando una saca de madera; consideran por tanto, que estas actividades aportan valor económico pero no aportan valor ni ecológico, ni social. En el ángulo socio-cultural todos los grupos sitúan la reunión de la comunidad de montes, excepto el grupo 2 que considera que la reunión tiene también valor económico dado que lo que se discute en estas reuniones afecta al desarrollo económico de la comunidad.

La tarjeta del ciclista la sitúan todos en el ángulo socio-cultural puesto que interpretan mayoritariamente que representa un uso recreativo. La situación de las tarjetas que representan el merendero varía mucho de unos grupos a otros aunque todos, a excepción del grupo 1 le dan valor social.

La imagen del magosto, fiesta popular de la castaña, y que intenta representar el valor de los sotos de castaños, todos los grupos la sitúan en el centro del triángulo de sostenibilidad haciendo referencia en las conversaciones al valor económico, ecológico y social, excepto el grupo 1 que no tiene en cuenta el valor ecológico, aunque en las conversaciones de este grupo se ve que más que consenso se impone la opinión de un estudiante.

La tarjeta del jabalí en su entorno natural la sitúan casi todos los grupos en el centro del triángulo de sostenibilidad excepto los grupos 2 y 5 que consideran que no tiene valor económico. En las discusiones de los grupos se producen interesantes intervenciones referentes a las aportaciones de la caza y de los cotos de caza en la economía de la comunidad.

El logotipo de la empresa de reforestación casi todos los grupos lo sitúan en el centro del triángulo de sostenibilidad excepto el grupo 3 y el grupo 5.

Todos los grupos consideran que la vaca, que representa el pastoreo en libertad, tiene valor económico y ecológico, y los grupos1 y 5 consideran además que tiene un valor social. En ningún caso hacen mención al papel de prevención de incendios de los herbívoros en libertad mediante el control de la vegetación.

Tabla 1. Usos asociados a cada una de las categorías del triángulo de sostenibilidad. Los números representan los diferentes usos en las figuras: 1. Una reunión de la comunidad de montes; 2. Troncos de corta de eucaliptal; 3. Un camión con maderas saliendo de una fábrica de embalajes; 4. Un magosto; 5. Un ciclista haciendo *track;* 6. Una fábrica de celulosa; 7. Un jabalí en su entorno natural; 8. Un lobo en un entorno natural; 9. Un logotipo de una empresa de reforestación; 10. Un generador eólico; 11. Una nutria en su entorno natural; 12. Un alcornoque para representar la saca de corcho; 13. Un merendero; 14. Setas del bosque con valor culinario; 15. Un tractor realizando una corta y saca de madera; 16. Una vaca en libertad.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Económico	3; 6; 10; 15	2; 3; 6; 15	2; 3; 6; 10; 15	3; 6; 15	3, 6; 15	3, 6; 12; 15
Ecológico	8; 11	8; 11;	8; 11;	8; 11;	8; 11;	8; 11; 5
Social	1; 2; 5-	5;	1; 13;	1; 5; 13;	1; 5	1; 13;
Económico-Ecológico	12; 13	12; 16	12; 16	10; 12; 16	2; 9	10; 16
Económico-Social	4; 14	10; 13	9		10¸14	
Ecológico-Social	16;	1; 7;		14;	7; 13;	14;
Ecológico-Económico-Social	7; 9; 16	4; 9; 14	4; 7; 14	2; 4; 7; 9	4; 12; 16	2; 4; 7; 9

La tarjeta que representa setas del bosque, los grupos 2 y 3 la sitúan en el centro de triángulo de sostenibilidad mientras que los grupos 4 y 6 la sitúan en la base del triángulo haciendo referencia al valor social y ecológico pero obviando el valor económico. Los grupos 1 y 6 aluden únicamente al valor económico y social obviando en este caso el valor ecológico.

Los grupos 1, 2, 3, y 4 sitúan la saca de corcho de alcornocales en el lado que representa un valor económico y ecológico; el grupo 5 le atribuye además un valor social, y el grupo 6 únicamente ve en esta actividad un valor económico. Quizá las imágenes que generaron más polémica son la de la corta de eucaliptos y la de generadores eólicos. A los troncos de corta de un cultivo de eucaliptos los grupos 2 y 3 le atribuyen únicamente valor económico, mientras que el grupo 5 le atribuye valor económico y ecológico; y los grupos 4 y 6 le atribuyen valor económico, ecológico y social. Al generador eólico todos los grupos lo sitúan en posiciones que se interpretan como que tienen un valor económico; los grupos 2 y 5 consideran que además tiene valor social; y los grupos 4 y 6 las sitúan en el lado entre el vértice económico y el vértice ecológico. Estos resultados muestran como la actividad ayudó a que se hiciesen explícitos los valores sociales, ambientales y económicos a tener en cuenta en la ordenación del monte en línea con las recomendaciones de Kolstø (2001) y Roth, (2002).

Conclusiones

La actividad dio oportunidades para activar ideas sobre los usos del monte y su compatibilidad con el desarrollo sostenible del lugar. En general podemos decir que existió bastante acuerdo en relación a las dimensiones de los diferentes usos del monte aunque existen diferencias importantes en relación a la sostenibilidad de algunas actividades como los generadores eólicos y

los cultivos de especias foráneas. Creemos que este tipo de actividades contextualizadas en el entorno local pueden ayudar a un cambio hacia un uso multifuncional donde la producción de frutos, la recogida controlada de setas, el uso social y turístico, la reforestación con frondosas, ayude a diversificar la producción. Esperamos que la actividad haya contribuido a un "empoderamiento" a la hora de asumir la responsabilidad de los estudiantes en la toma de decisiones sobre cuestiones ambientales sobre todo teniendo en cuenta que los estudiantes participantes en la investigación pasarán a formar parte de la Comunidad de Montes y tomarán decisiones, a muy corto plazo, sobre su gestión.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias bibliográficas

Grace, M. M., & Ratcliffe, M. (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, *24*(11), 1157-1169.

Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas* 2002/2 Recuperado de: http//www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm

Domènech, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *15*(1), 1105 (1-12). DOI: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105

Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, *85*(3), 291-310.

Roth, W. M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 195-208.

Taylor S. J., Bodgan R. (1994) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.

Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. California: Sage Publications.

Aplicación del conocimiento sobre reacciones químicas en la toma de decisiones para resolver un caso policial ficticio

Lucía Casas Quiroga y Beatriz Crujeiras Pérez

Departamento de Didácticas Aplicadas. Facultade de Ciencias da Educación.
Universidade de Santiago de Compostela

lucia.casas.quiroga@rai.usc.es

Resumen:

En este trabajo se examinan el tipo de decisiones tomadas por pequeños grupos de estudiantes de 2º de ESO para resolver un caso que requiere la aplicación del conocimiento sobre reacciones químicas. Para resolverlo, los estudiantes deben hacer uso de las pruebas disponibles y elaborar argumentos justificados. Para la toma de datos se recogen las producciones escritas elaboradas por cada pequeño grupo en las que recogen las decisiones tomadas y su orden para resolver el caso, así como sus conclusiones. Para el análisis se elabora una rúbrica que comprende tres categorías, en función del nivel de justificación de las decisiones tomadas. Los resultados obtenidos apuntan a distintos tipos de decisiones tomadas por los pequeños grupos, las cuales determinan la resolución del caso.

Palabras clave: toma de decisiones; justificación; reacción química; educación secundaria.

Introducción

Este trabajo examina el proceso de resolución de un caso policial ficticio llevado a cabo por alumnado de educación secundaria, cuya resolución requiere aplicar el conocimiento sobre reacciones químicas y establecer una conclusión en base a las pruebas disponibles. La pregunta que guía esta investigación es: ¿En qué medida incorporan los estudiantes de educación secundaria las pruebas disponibles para resolver el caso policial?

Marco Teórico

La capacidad de utilizar pruebas científicas para apoyar conclusiones se considera una destreza fundamental para participar en la práctica científica de la argumentación (Henderson et al., 2018). Esta práctica es esencial para identificar las debilidades y fortalezas de un argumento con el fin de encontrar la mejor explicación para un fenómeno (NRC, 2012). La argumentación puede definirse como el proceso de evaluación del conocimiento (teorías, hipótesis o explicaciones) en base a las pruebas disponibles (Jiménez Aleixandre, 2010).

Esta práctica se considera como una competencia clave para el aprendizaje a lo largo de la vida (EU, 2006) y es además una de las competencias científicas evaluadas en el informe PISA, bajo la denominación de competencia en interpretar datos y pruebas científicamente. Esta competencia implica ser capaz de transformar datos de un tipo de representación a otra, analizar e interpretar datos y elaborar conclusiones adecuadas, diferenciar argumentos basados en pruebas y

teorías científicas de otros basados en otras consideraciones o evaluar argumentos y pruebas científicas de diferentes fuentes (OECD, 2016).

Participar en la práctica de argumentación y desarrollar la competencia en interpretar datos y pruebas científicamente presenta beneficios para el aprendizaje del alumnado, por ejemplo, el desarrollo de destrezas comunicativas, operaciones metacognitivas (Cavagnetto, 2010) y permite obtener una visión más realista de cómo se evalúa el conocimiento científico (NRC, 2012). A pesar de los beneficios, también supone ciertas dificultades para el alumnado, tal y como se ha establecido en la literatura a lo largo de los últimos años. Entre las más comunes se encuentran la dificultad para construir argumentos y evaluarlos (Driver et al., 2000); proporcionar pruebas relevantes (Berland y Reiser, 2009), usar pruebas para justificar conclusiones (McNeill, 2011; Sadler, 2004) o la refutación de contraargumentos (Osborne, 2010).

Involucrar al alumnado en la práctica de argumentación es una tarea complicada, especialmente en un contexto científico (Erduran et al., 2004), como la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas, por ello utilizamos la gamificación como recurso.

La gamificación tiene múltiples definiciones, para efectos de este trabajo se entiende como la aplicación de las mecánicas del juego en un contexto en el que éste no está normalmente presente (Deterding, Dixon, Khaled y Nacke, 2011; Zichermann y Cunningham, 2011). La gamificación como herramienta didáctica recibe en la actualidad una atención creciente en el ámbito educativo debido a su potencial para mejorar la atención, la motivación y los resultados académicos del alumnado (Barata, Gama, Jorge, y Gonçalves, 2013), así como para promover el razonamiento complejo (Barab, Thomas, Dodge, Carteaux y Tuzum, 2005).

En este trabajo se utiliza el juego en el contexto de las reacciones químicas, uno de los contenidos más relevantes del currículo de química de la educación secundaria y el bachillerato. La enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas presenta numerosas dificultades para los estudiantes, derivadas principalmente del uso de distintos niveles de representación (macroscópico, microscópico y simbólico) para explicar los fenómenos químicos (Johnstone, 1993). La utilización de la nomenclatura y simbología química también presenta dificultades para los estudiantes (Dori y Hameiru, 2003; Valero y Mayora, 2009).

La aplicación del conocimiento sobre las reacciones química a situaciones de la vida cotidiana o situaciones que se podrían dar en la realidad, como el caso que se analiza en esta comunicación, permite superar algunas de las dificultades de aprendizaje identificadas en la literatura (González Rodríguez y Crujeiras Pérez, 2016).

Metodología

Este estudio se enmarca en la investigación cualitativa, en particular en el análisis del contenido, encaminada a la descripción sistemática del significado del material objeto de análisis a través de su clasificación en categorías dentro de un marco de codificación (Schreirer, 2012).

Los participantes son tres clases de 2º de ESO (A, B, C) de un instituto urbano, trabajando en pequeños grupos. La distribución del alumnado en los grupos y el número de grupos es heterogénea, tal y como se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la muestra

Clase	Grupos (Nº de integrantes)
2ºA	A1 (6), A2 (7), A3(5)
2ºB	B1 (5), B2(5), B3(5), B4(5)
2ºC	C1 (6), C2(6), C3(6)

La actividad se enmarca en un contexto auténtico (Jiménez Aleixandre, 2010), en el cual el ayuntamiento de la ciudad en la que se encuentra el centro educativo, debido al gran número de casos sin resolver que quedan en la ciudad, decide abrir una academia de detectives con el objetivo de formar jóvenes que piensen de manera diferente. Para ingresar en esta academia se requieren destrezas como la capacidad de decisión, intuición y ganas de participar, así como ciertos conocimientos científicos.

El caso (ficticio) concreto a investigar se trata del de Andrés, un hombre al que encuentran muerto en su piso sin aparentes signos de violencia.

Diseño de la tarea

La actividad consta de cuatro fases que se organizan en cinco sesiones de 50 minutos (la fase 3 ocupa dos de las sesiones)

Durante la fase 1 (organización) se le explica al alumnado en que consiste la actividad, dejando patente que la toma de decisiones será el factor que determine el desenlace. Los alumnos se organizan en grupos pequeños y en cada grupo se elige un secretario y un portavoz. En la fase 2 (inicio del caso) se realiza una puesta en común sobre una serie de cuestiones que tienen por objetivo analizar las ideas previas del alumnado sobre el cambio químico. Algunas de las cuestiones planteadas fueron: ¿En qué puestos de trabajo se utilizan reacciones químicas? ¿Cómo podemos saber si estamos observando un cambio químico? Dichas preguntas se introducen como una clase de la academia de detectives que tiene como meta prepararse para la resolución de casos. También se les presenta el caso a resolver a los alumnos. La fase 3 (investigación del caso) comprende el desarrollo del caso, el cual comienza cuando el cuerpo de Andrés es encontrado. Para la resolución del caso, el alumnado deberá hacer uso de las pruebas disponibles (etiqueta de amoníaco encontrada en la casa de la víctima, productos químicos utilizados en el laboratorio en el que trabajaba…) y argumentar con los compañeros para llegar a un consenso que determinará el transcurso del caso. El procedimiento utilizado fue el siguiente: presentación de una determinada situación (a través de diapositivas) en la que los alumnos deben tomar una decisión (ejemplo, decidir si el amoníaco es un producto peligroso o no basándose en su interacción con otros productos encontrados en la casa de la víctima), discusión dentro del grupo pequeño en la que el secretario toma nota de los argumentos y razonamientos de los diferentes miembros y, por último, puesta en común de las decisiones de los grupos en las que intervienen los portavoces presentando los argumentos de cada grupo para llegar a un consenso final. En la fase 4 (evaluación del caso) se realiza una evaluación individual a través de un "Informe policial del caso" en el que los alumnos deben contestar a una serie de preguntas sobre éste.

Como se mencionó antes, la actividad del caso se realiza a lo largo de cinco sesiones de 50 minutos no consecutivas. La secuenciación se resume en la siguiente figura:

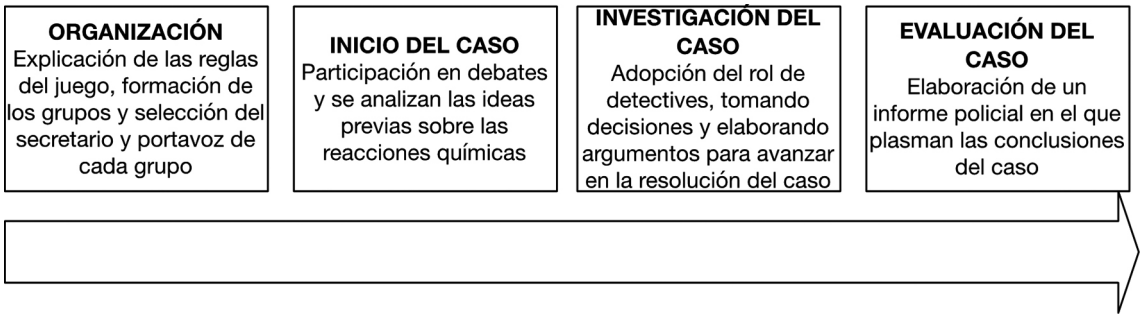


Figura 1. Descripción de las etapas en la actividad de toma de decisiones

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se elaboró una rúbrica en interacción con los datos (informe escrito del grupo pequeño elaborado por el secretario), en la que se recogen las decisiones tomadas por cada grupo de alumnos y el grado de justificación de dicha decisión en base a las pruebas y argumentos presentados. La rúbrica comprende tres categorías: decisión justificada (J), parcialmente justificada (PJ) o no justificada (NJ). A continuación, en la figura 2, se recogen los criterios seguidos para la codificación de las decisiones en las categorías de la rúbrica.

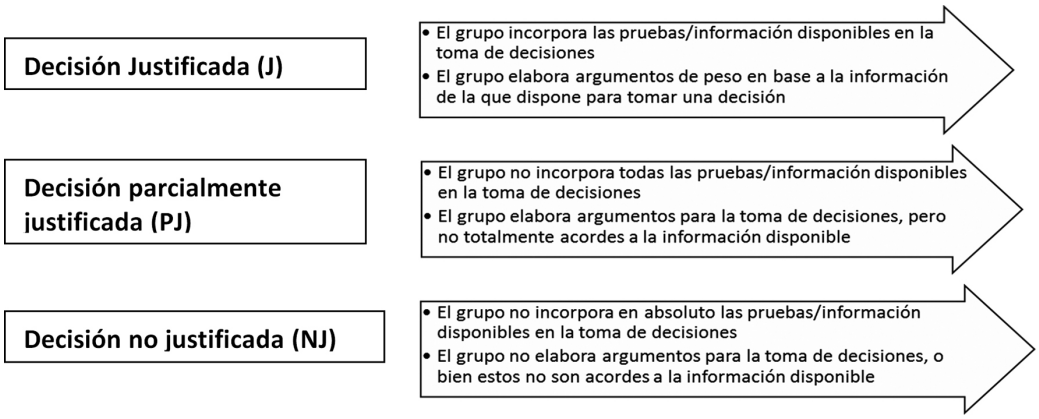


Figura 2. Criterios generales empleados para la clasificación de las decisiones tomadas por los grupos

A continuación, se presenta un ejemplo de marco de análisis, correspondiente a la primera toma de decisiones por parte de los pequeños grupos. En la tabla 2, se describe la situación presentada, las posibles decisiones y los datos disponibles para la toma de decisiones.

Tabla 2. Marco de análisis de las decisiones tomadas por los pequeños grupos para resolver el caso (Decisión 1)

Situación presentada	Decisiones posibles	Datos disponibles	Justificaciones posibles
El cuerpo de Andrés aparece sin vida en su apartamento	A)Examinar primero el cuerpo	-Hace un calor sofocante -La víctima no presenta señales aparentes de violencia -La cerradura no está forzada -El apartamento pertenece a la víctima	-Posible deterioro del cuerpo (ayudado por el calor) Pueden perderse pistas si no se examina rápido - Aunque no haya señales aparentes de violencia no podemos confirmarlo sin un examen del cuerpo -Si se decide registrar la casa, hacer alguna referencia a la conservación del cuerpo
	B)Registrar primero la casa		

Resultados

Para analizar cómo los alumnos utilizan las pruebas disponibles para la resolución del caso, se examinó el número de respuestas justificadas, no justificadas y parcialmente justificadas de cada pequeño grupo de alumnos en relación con el veredicto final del caso (asesinato, accidente o sin pruebas suficientes) En realidad, ninguna de las pruebas que aparecen durante el transcurso del caso permite afirmar con seguridad si la víctima sufrió un accidente o un asesinato, por lo que el veredicto correcto sería que las pruebas recogidas no deberían permitir decantarse por ninguna opción.

En la tabla 3 se recogen algunas de las aportaciones de los alumnos para la resolución del caso con el consiguiente grado de justificación asignado. Como los pequeños grupos tomaron diferentes decisiones, el transcurso del caso fue diferentes para las tres clases de 2º de ESO. Algunos realizaron un camino más largo, por lo que el número de decisiones tomadas varía.

Tabla 3. Ejemplos de aportaciones de tres de los grupos pequeños a la primera toma de decisiones

Grupo	Decisión 1	Aportación	Grado de justificación
A1	Examinar cuerpo	"No aparenta señales de violencia por fuera, pero por dentro puede tener alguna intoxicación o algo parecido"	PJ
A2	Registrar casa	"El cuerpo no tiene señales de violencia y podemos encontrar más pistas de lo que pudo ocurrir"	NJ
C1	Examinar cuerpo	"Creemos que es más importante investigar antes el cuerpo, antes de que se deteriore"	J

En la tabla 4, se resumen las decisiones tomadas por cada pequeño grupo de cada clase y el nivel de justificación en tanto por ciento, así como el veredicto final del caso.

Tabla 4. Decisiones justificadas, parcialmente justificadas y no justificadas (en número y porcentaje) de todos los grupos junto con el veredicto final

Grupo	nº decisiones	nºJ (%)	nºPJ (%)	nºNJ (%)	Veredicto final
A1	10	4 (40)	4 (40)	2 (20)	Accidente
A2	10	6 (60)	3 (30)	1 (10)	Sin pruebas suficientes
A3	10	3 (30)	5 (50)	2 (20)	Accidente
B1	7	2 (28,6)	5 (71,4)	-	Asesinato
B2	7	5 (71,4)	2 (28,6)	-	Accidente
B3	7	5 (71,4)	1(14,3)	1(14,3)	Sin pruebas suficientes
B4	7	1(14,3)	5(71,4)	1(14,3)	Asesinato
C1	8	8(100)	-	-	Sin pruebas suficientes
C2	8	4(50)	4(50)	-	Asesinato
C3	8	4(50)	3(37,5)	1(12,5)	Sin pruebas suficientes

Como se resume en la tabla 4, el número de decisiones tomadas es diferente en cada clase (2ºA, 2ºB y 2ºC) siendo superior en los grupos de la clase A, los cuales toman 10 decisiones.

En cuanto al nivel de justificación, los porcentajes de decisiones completamente justificadas son muy diferentes entre los pequeños grupos, independientemente de la clase. Solo un grupo, C1, justifica por completo el total de sus decisiones, mientras que otros como B2 y B3 lo hacen en el 71% de las mismas. Por el contrario, los porcentajes de decisiones sin justificar son bajos (inferiores al 21%) en todos los pequeños grupos, lo cual es una buena señal. En cuanto al veredicto final, solo cuatro pequeños grupos son capaces de identificar la ausencia de pruebas suficientes para resolver el caso.

Conclusiones e Implicaciones educativas

A partir del análisis de las decisiones tomadas por los pequeños grupos y las pruebas incorporadas en sus justificaciones, se extrae que los grupos con mayor porcentaje de respuestas completamente justificadas aciertan en más ocasiones con el veredicto final del caso, al considerar la necesidad de más pruebas para establecer una conclusión. Por tanto, la justificación de las decisiones contribuye de forma relevante a la evaluación del conocimiento necesaria para poder

establecer una conclusión fundamentada. El campo de las reacciones químicas nos aporta un contexto en el que los estudiantes han de ser rigurosos con las pruebas, a la vez que se introducen conceptos de seguridad doméstica. El hecho que solo cuatro de los diez pequeños grupos sean capaces de señalar la necesidad de disponer de más pruebas para resolver el caso puede deberse a las dificultades de los estudiantes relativas a la práctica de argumentación, señaladas en la literatura (e.g. Berland y Reiser, 2009; McNeill, 2011; Sadler, 2004).

Referencias bibliográficas (Selección)

Barata, G., Gama, S., Jorge, J., y Gonçalves, D. (2013). Improving participation and learning with gamification. In L. Nacke, K. Harrigan, y N. Randall (Eds.). Proceedings of International Conference on Gameful Design, Research, and Applications (pp. 10– 17). Stratford, Canada: ACM Press.

Berland, L. K., y Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. Science Education, 93(1), 26–55.

Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in k-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80, 336–371.

González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 143-160.

Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

Erduran S., Simon S. y Osborne J., (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933.

Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K. y Evans, M. (2018). Key Challenges and Future Directions for Educational Research on Scientific Argumentation. Journal of Research in Science Teaching, 55(1), 5-18. DOI 10.1002/tea.21412.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.

McNeill, K. L. (2011). Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793-823. DOI 10.1002/tea.20430 .

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing, Paris.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. Science, 328(5977), 463–466.

Zichermann, G., y Cunningham, C. (2011). Gamification by design. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Contribución curricular desde la asignatura Física y Química al desarrollo de la competencia digital en la Educación Secundaria Obligatoria

Daniel Valverde Crespo[1] **y Joaquín González Sánchez**[2]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2]Dpto. Química Física. Universidad de Murcia

daniel.valverde@um.es

Resumen:

La presente comunicación tiene como objetivo describir a qué áreas de la competencia digital se puede contribuir desde la asignatura de Física y Química en el currículo vigente durante los niveles de Educación Secundaria Obligatoria. Para ello se analizarán y clasificarán los estándares de aprendizaje según el marco de referencia europeo para la competencia digital; por lo tanto, se trata de un análisis documental. Los resultados de este análisis muestran una contribución desigual entre las distintas áreas. Así, el área de información es la que mayor contribución recibe mientras que otras áreas (comunicación, seguridad) tienen una presencia nula.

Palabras clave: Competencia Digital; Física y Química; Educación Secundaria Obligatoria; Estándares de Aprendizaje Evaluables; Currículum Oficial.

Marco Teórico

La inclusión de las competencias en el currículum oficial da paso a una "cultura de enseñanza" diferente. Frente a la idea de que, en la educación formal, deben enseñarse unos contenidos disciplinares para atender las necesidades formativas de un ciudadano, aparece la idea de que, desde las diferentes disciplinas (entre ellas, desde las Ciencias), debemos contribuir al desarrollo de determinadas competencias. Nuestro trabajo se centra obviamente en el estudio de cómo se puede contribuir desde las materias científicas al desarrollo de una de las competencias-clave para la ciudadanía.

La Competencia Digital (CD) es una de dichas competencias del currículo oficial actual. Su inclusión, bajo el nombre "Tratamiento de la información y competencia digital", tuvo lugar por primera vez en el anterior currículo oficial y derivó de las recomendaciones realizadas por la Comisión Europea en las que esta competencia se definía como "el uso seguro y crítico de las Tecnologías de la Sociedad y la Información, para el trabajo, el ocio y la comunicación" (European Parliament and the Council, 2006, p.15).

Su presencia en el currículo se debe por tanto a una necesidad educativa ya que, a lo largo de los últimos años, la comercialización masiva de las TIC, su continua evolución, su impacto social y su integración en las aulas han hecho que los retos educativos se modifiquen progresivamente para poder dar respuesta a las necesidades sociales que ello implica. De este modo, la CD necesaria para abarcar todos los aspectos relacionados con las diferentes tecnologías ha aumentado en nivel de complejidad conceptual, lo que ha conducido a que existan diferentes marcos para su definición (Ferrari, 2012).

Actualmente el marco DIGCOMP (Ferrari, 2013; Vuorikai, 2016) es el marco de referencia para la Comisión Europea, y propone una CD basada en 5 áreas: información, comunicación, creación de contenido, seguridad y resolución de problemas.

La CD es una competencia transversal, lo que implica que la contribución a su desarrollo en el ámbito escolar se realice desde todas las materias. No obstante, desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) se ha tratado cómo contribuir a su desarrollo en las aulas de ciencias (Nieda, Cañas y Martín, 2012; Pro, 2012) puesto que forma parte de lo que debe enseñarse para la alfabetización científica de los estudiantes. No obstante la inclusión de las TIC en la enseñanza de las ciencias es un aspecto complejo y requiere una serie de cambios en la metodología docente si se pretende desarrollar las competencias del alumnado (Pontes, 2005), que deben ser reflejados en el currículo oficial.

De este modo, el objetivo de esta comunicación es analizar cómo se contribuye desde la materia de Física y Química al desarrollo de las diferentes áreas de la CD según el currículo oficial (en concreto respecto a los estándares de aprendizaje evaluables) durante los cursos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Aunque compartimos lo dicho por otros autores en relación con los estándares de aprendizaje (Rodríguez, Pro y Molina, 2018), es cierto que son la unidad organizativa de referencia del currículum actual. Por ello, los utilizaremos como referentes en nuestro análisis.

Metodología

Para el análisis se utilizará el currículo oficial vigente en nuestra Comunidad Autónoma, la Región de Murcia, (CARM, 2015) del que se extraerán los estándares de la materia Física y Química en los niveles de ESO en los que se imparte y se clasificarán en las áreas del marco DIGCOMP para la CD. La clasificación se hará en función de la definición de cada una de las áreas:

- "Información: identificar, localizar, obtener, almacenar, organizar y analizar la información digital, evaluando su finalidad y relevancia."
- "Comunicación y colaboración: comunicarse en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, conectar y colaborar con otros a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes, conciencia intercultural."
- "Creación de contenido digital: crear y editar nuevos contenidos, integrar y reelaborar el conocimiento y el contenido previo, realizar producciones artísticas, contenidos multimedia y programación, saber aplicar los derechos de propiedad intelectual y las licencias de uso."
- "Seguridad: protección personal, protección de datos, protección de la identidad digital, medidas de seguridad, uso seguro y sostenible."
- "Resolución de problemas: identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones informadas para elegir la herramienta más apropiada de acuerdo a la finalidad o necesidad, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales, uso creativo de la tecnología, actualizar la competencia propia y la de otros."

Resultados

En el currículo oficial de la CARM (CARM, 2015) para Física y Química en los niveles de ESO se proponen un total de 201 estándares de aprendizaje evaluables, de los que 17 (menos del 10% del total) guardan relación con el uso de las TIC y por tanto, con la adquisición de la CD. Dichos estándares de aprendizaje se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Estándares de aprendizaje evaluables relacionados con el uso de las TIC.

Nivel	Bloque de contenidos	Estándares de aprendizaje evaluables
2º ESO	Bloque 1. La actividad científica.	5.1 / 5.2 / 6.1
	Bloque 2. La materia.	8.2
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas.	9.1
	Bloque 5. Energía.	2.4
3º ESO	Bloque 1. La actividad científica.	5.1 / 5.2 / 6.1
	Bloque 2. La materia.	5.2
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas.	1.1
4º ESO	Bloque 1. La actividad científica.	8.1
	Bloque 3. Los cambios.	2.2
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas.	5.2 / 14.1
	Bloque 5. Energía.	5.2 / 6.2

Como se observa, se encuentran estándares de aprendizaje evaluables en el bloque de contenidos referente a la actividad científica durante los tres cursos de la ESO donde se imparte Física y Química. En dichos estándares –a veces los mismos en diferentes cursos– se persigue contribuir especialmente a competencias de tipo informacional (documentación, búsqueda de información, evaluación de las fuentes, etc.), y de creación de contenidos en menor medida. Citamos algunos de ellos a modo de ejemplo:

- "Estándar 5.2. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales." (2º y 3º ESO)
- "Estándar 6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones." (2º y 3º ESO)

En el bloque de "El movimiento y las fuerzas" también aparecen estándares relacionados con la CD a lo largo de los tres cursos. En este caso, la principal contribución se realiza a las áreas de información (obteniendo datos experimentales y por medio de búsquedas de información), y de resolución de problemas, empleando las TIC como herramientas para resolver problemas científicos (determinando variables experimentales, comprobando relación entre magnitudes…). En la mayoría de estos casos las TIC se ofrecen como herramientas alternativas a la realización de pruebas experimentales. Citamos como ejemplo algunos de ellos:

- "Estándar 9.1. Realiza un informe empleando las TIC a partir de observaciones o búsqueda guiada de información que relacione las distintas fuerzas que aparecen en la naturaleza y los distintos fenómenos asociados a ellas." (2º ESO)
- "Estándar 1.1. Determina, experimentalmente o a través de aplicaciones informáticas, la velocidad media de un cuerpo interpretando el resultado." (3º ESO)
- "Estándar 14.1. Comprueba experimentalmente o utilizando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímedes y el principio de los vasos comunicantes." (4º ESO)

Los bloques de contenido que presentan el resto de estándares relacionados con la CD ("La materia", "Los cambios" y "La energía") no se repiten en todos los cursos de ESO. Dichos estándares pueden contribuir a tres áreas: información, creación de contenido y resolución de problemas de la misma forma que los estándares anteriormente presentados.

La Figura 1 recoge el número de estándares que contribuyen a cada una de las áreas de la CD.

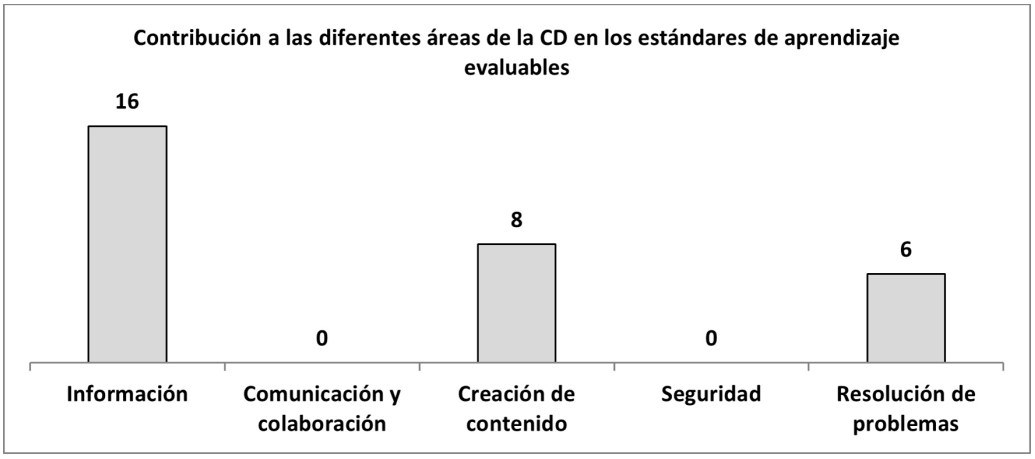


Figura 1. Número de estándares evaluables que contribuyen al desarrollo de las áreas de la CD

En primer lugar se debe señalar que 12 de los 17 estándares contribuyen a más de un área de la CD. En segundo lugar, se observa que, de forma global, el área que recibe una mayor atención para su desarrollo es el área de información, presente en 16 de 17 estándares. Los estándares proponen su adquisición a través de actividades que implican las capacidades de navegación, búsqueda, filtrado, selección y evaluación de las fuentes de Internet, así como mediante la obtención de información de tipo experimental a través herramientas de simulación de experiencias, aplicaciones virtuales…

En menor medida se contempla la adquisición al área de creación de contenido (8 de 17 estándares) por medio de la elaboración de presentaciones, informes, etc., a través del empleo de herramientas digitales, y el área de resolución de problemas empleando herramientas digitales (aplicaciones, simuladores…) para realizar medidas, experiencias, comprobaciones experimentales…

Se observa también que no hay ninguna contribución a las áreas de comunicación y colaboración y de seguridad puesto que ningún estándar presenta capacidades incluidas en la definición de ninguna de estas áreas.

El análisis de los estándares de aprendizaje evaluables de la asignatura Física y Química durante los tres cursos de ESO en que se imparte revela que la contribución curricular que se hace a la adquisición de la CD es mayoritariamente al área de información. De acuerdo con el currículo oficial, la alfabetización informacional digital nos parece de gran relevancia tanto en la enseñanza de la Física y Química como en el resto de disciplinas científicas de la etapa escolar obligatoria ya que, como expone Pro (2012), la difusión de información científica a través de Internet es cada vez mayor con las ventajas, riesgos y limitaciones que ello supone, y es uno de los principales canales (junto con la televisión y la publicidad) por los que la ciencia llega al alumnado. Por estas razones, es de gran importancia formar ciudadanos alfabetizados capaces de acceder, buscar, seleccionar y evaluar de forma crítica la gran cantidad de información científica a la que están expuestos. Además, existe consenso entre la comunidad científica en dotar de relevancia a la alfabetización informacional desde la enseñanza y aprendizaje de las ciencias como una de las competencias deseables para la ciudadanía como se ha puesto de manifiesto en el trabajo de Blanco, España, González y Franco (2015).

Otras áreas que reciben contribución, aunque en menor medida, son la de creación de contenidos y la de resolución de problemas. También consideramos que su contribución desde la materia de Física y Química en educación secundaria es deseable. En el primer caso, la creación

y edición de contenido por medio de las herramientas digitales es cada vez más habitual, no sólo en la actividad científica, sino también en otros ámbitos escolares. Por ello también desde la enseñanza de las ciencias resulta adecuado contribuir a esta área por medio de la integración, la reelaboración, la creatividad y la rigurosidad en el contenido y en las formas del material creado o editado. En el segundo caso, las tecnologías son herramientas que nos ayudan a resolver problemas del trabajo científico (obtención de datos, simulación de experiencias, comprensión de modelos científicos, etc.), y por ello también consideramos adecuado contribuir a esta área.

Por otro lado, hemos detectado que no se realiza ninguna contribución a las áreas de comunicación y de seguridad tal cual se encuentran definidas en el marco de referencia de la CD, lo que nos parece destacable. En especial, la comunicación y el trabajo colaborativo resultan hoy en día claves en el trabajo científico y en otros muchos sectores de la sociedad por lo que hubiera sido de interés incluir elementos para su desarrollo en el currículo oficial de Física y Química. Del mismo modo sucede con el área de seguridad, dados los riesgos presentes en el uso de Internet en la actualidad (protección de la identidad, de la información, presencia de contenidos inapropiados o inmorales…) y que requieren de la formación de ciudadanos competentes al respecto.

Conclusiones

La primera conclusión a la que llegamos es la necesidad de realizar una contribución a la CD de forma más equitativa entre todas sus áreas. Hemos comentado la importancia e interés del área de información, lo que justifica en buena medida su contribución mayoritaria, así como los elementos de interés de las áreas de creación de contenido y de resolución de problemas. No obstante, hemos echado en falta a lo largo de todos los estándares evaluables presentes en todos los cursos de ESO aspectos tales como, por ejemplo: emplear las normas éticas, de respeto y de conducta al interactuar con otros a través de la red; el trabajo colaborativo a través de Internet para resolver tareas y compartir información; empleo de las medidas necesarias para navegar de forma segura por Internet y para la protección de nuestra identidad, datos, información, etc., y que podrían suponer una contribución adecuada al desarrollo de las áreas de seguridad y comunicación desde las disciplinas científicas.

Por otro lado, la inclusión de los estándares de aprendizaje relacionados con la CD no parece haber repercutido en el tratamiento curricular de las disciplinas científicas. Pensamos que la inclusión del término TIC no es suficiente para que exista una repercusión importante de las otras áreas, si exceptuamos la de información. Además, si los estándares no llevan consigo la homogenización, creemos que podría generar un cambio negativo en los avances realizados en relación con la alfabetización científica de los ciudadanos.

Referencias

Blanco, A., España, E., González, F.J y Franco, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(2), 164-198

CARM (2015). Decreto número 220/2015, de 2 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Boletín número 203, de 3 de septiembre de 2015. Murcia: CARM. Disponible en: http://www.borm.es/borm/documento?obj=anu&id=735576

European Parliament and the Council (2006). Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L394/10. Recuperado de: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=EN

Ferrari, A. (2012). Digital Competence in practice: An analysis of frameworks. *JRC technical reports*. Louxembourg: European Commission. http://dx.doi.org/10.2791/82116

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. En Y. Punie, y B.N. Brecko (Eds.), *JRC scientific and policy reports.* Louxembourg: Publications Office of the European Union. http://dx.doi.org/10.2788/52966

Nieda, J., Cañas, A. y Martín-Díaz, M.J. (2012). ¿Cómo se colabora desde la competencia científica al desarrollo de las demás? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *70*, 46-53

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2*(3), 330-343.

Pro, A. (2012). Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza. En Pedrinaci, E. (coord.) *Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica* (pp. 171-195). Barcelona: Graó

Rodríguez, J., Pro, A. y Molina, M.D. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(3), 3102.

Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S. y Van den Brande, G. (2016). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union

Características y resultados de la evaluación de la indagación científica en las pruebas de biología de acceso a la universidad

Concepció Ferrés-Gurt, Anna Marbà Tallada y Jordi Domènech-Casal

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals.
Universitat Autònoma de Barcelona

cferres@hotmail.com

Resumen

La incorporación de la indagación en la didáctica de las ciencias figura habitualmente en los currículos pero no parece que su evaluación tenga el papel deseable si se pretende promocionar esta competencia. Este estudio analiza las características de las cuestiones de las pruebas de acceso a la universidad y los resultados obtenidos por los estudiantes, con el objetivo de describir la consideración dada a la indagación y la influencia de las características de las preguntas en los resultados. Se ha identificado una mayor presencia de demandas de la competencia de explicar fenómenos científicamente, y una presencia reducida de demandas de la competencia de evaluar y diseñar indagación científica. Además, las cuestiones sobre habilidades de indagación son a menudo de respuesta cerrada, repetitivas y tienden a evaluar el conocimiento procedimental desligado del conceptual.

Palabras clave: competencia de indagación; conocimiento procedimental; evaluación

Introducción

El estudio aborda la indagación como contenido, no como estrategia didáctica (Barrow, 2006) y entendemos que no debería contemplar solo destrezas indagativas sino también contenidos conceptuales de ciencias.

Consideramos que no debe reducirse el concepto de indagación a experimentación. Definimos la indagación como una actividad polifacética que implica plantear preguntas; examinar fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo ya conocido a la luz de las pruebas; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones (NRC, 1995). En el marco PISA 2015 (OECD, 2013) se define la indagación como una subcompetencia de la competencia científica que comprende también las subcompetencias de explicar fenómenos científicamente y de interpretar datos.

Nos posicionamos en la idea que la evaluación de la indagación debe tener en cuenta tanto el conocimiento procedimental como el conocimiento conceptual (NRC, 2012; OECD 2013). Para analizar la evaluación de la indagación hemos considerado las propuestas del marco PISA 2015 (OECD, 2013) y la descripción que en él se hace de las habilidades de la competencia científica.

Pretendemos responder las siguientes preguntas: ¿Qué características tienen las cuestiones de los exámenes? ¿Evalúan conjuntamente conocimiento conceptual y conocimiento procedimental? ¿Son diferentes las calificaciones de las cuestiones de indagación y las de las que abordan

conocimiento conceptual, planteadas a partir de un mismo contexto? ¿Los estudiantes obtienen calificaciones de indagación similares a sus calificaciones globales en la prueba? ¿Qué influencia tienen las características de las cuestiones en los resultados de los estudiantes?

Metodología

Análisis de las características de las cuestiones

Se han analizado los exámenes de biología de las pruebas de acceso a la universidad de Catalunya de los años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015, considerando los tres exámenes utilizados cada año. La estructura de estos exámenes se muestra en la Figura 1, donde se puede observar que cada examen contiene 6 ítems o conjuntos de cuestiones planteadas a partir de un mismo contexto; el estudiante debe responder 4 ítems puesto que se le ofrecen dos opciones, A y B.

<table>
<tr><th colspan="2">Estructura del examen</th><th colspan="2">Ejemplo de contenidos de un examen</th></tr>
<tr><td colspan="2">Ítem 1
3 cuestiones (3 puntos)</td><td colspan="2">Ítem 1
Contexto: el ácido cítrico de los limoneros
Metabolismo/Metabolismo/Biotecnología</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ítem 2
2 cuestiones (2 puntos)</td><td colspan="2">Ítem 2
Contexto: el dengue
Inmunología/Inmunología</td></tr>
<tr><td>Ítem 3A
3 cuest. (3 p)</td><td>Ítem 3B
3 cuest. (3 p)</td><td>Ítem 3A
Contexto: los purines
Ecología/Diseño Exp./Ecología</td><td>Ítem 3B
Contexto: genomas Homínidos
Evolución/Evolución/Genética</td></tr>
<tr><td>Ítem 4A
2 cuest. (2 p)</td><td>Ítem 4B
2 cuest. (2 p)</td><td>Ítem 4A
Contexto: el VIH
Microbiología/Microbiología</td><td>Ítem 4B
Contexto: los herbicidas
Diseño Exp./Metabolismo</td></tr>
</table>

Figura 1. Estructura del examen de biología de PAU

Cada ítem contiene varias cuestiones que pueden corresponder a los siete bloques temáticos que propone el equipo redactor de los exámenes: 1 Metabolismo, 2 Inmunología, 3 Genética y Evolución, 4 Biología Molecular y Biotecnología, 5 Microbiología, 6 Ecología y 7 Diseño Experimental. La nomenclatura de los bloques evidencia que tan solo uno, el número 7, está centrado en conocimiento procedimental, mientras que los otros seis se centran en conocimiento conceptual; además, por su nombre, parece reducir el concepto de Indagación a Experimentación.

Cada una de las cuestiones puede contener diversas demandas, como puede verse en la muestra de ítem en la Figura 2: la cuestión 1 plantea 3 demandas puesto que se pide al estudiante que formule la hipótesis y que identifique las variables independiente y dependiente. En el conjunto de los 15 exámenes, constituidos por 90 ítems que contienen 225 cuestiones, se han identificado 368 demandas.

Para analizar las características de las preguntas se ha diseñado una tabla de codificación propia (Tabla 1) con dos categorías. En la primera se ha tenido en cuenta si las demandas son abiertas o cerradas (si se pueden responder con una palabra o una frase corta con escasas variaciones) por las limitaciones que las demandas cerradas suponen para la validez y autenticidad de la evaluación (Bybee et al., 2009). La segunda categoría se ha diseñado a partir del análisis de los contenidos de los exámenes (aproximación inductiva), de acuerdo con las competencias que pretenden evaluar las PAU, una de ellas la competencia de indagación, y considerando la descripción de la

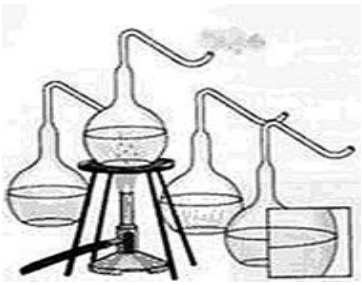
competencia científica en el marco PISA 2015 (aproximación deductiva). Por ello se han contemplado tres subcompetencias: evaluar y diseñar indagación científica; interpretar datos científicamente; explicar fenómenos científicamente. En cada subcompetencia se han incluido las diversas habilidades que le corresponden.

En el análisis han intervenido dos codificadores, ambos profesores de bachillerato, trabajando de forma independiente. Los resultados finales son fruto de la resolución de disparidades por discusión y consenso. Estos resultados se han calculado en porcentajes para el conjunto de las demandas (368) y también por separado para las de contenido conceptual (203) y para las de indagación (75). Para decidir si una cuestión era de contenido conceptual o de indagación se consideró el criterio explicitado por el equipo redactor de los exámenes. Por ejemplo, la cuestión que se muestra a continuación es de indagación: *En un estudio sobre la efectividad de una vacuna para la peste porcina, los animales fueron seleccionados a partir de un análisis para determinar si tenían o no anticuerpos frente al virus implicado ¿A qué estrategia experimental corresponde este proceso? Explique por qué los animales con anticuerpos fueron excluidos de la muestra.* La cuestión propone una primera demanda cerrada relativa a la estrategia de control de variables, codificada en la segunda categoría en la habilidad "Identificar variables"; y una segunda demanda abierta porqué el estudiante debe proponer una explicación. Ésta segunda

Ítem 2013 4A

Contexto: El año 1864 la Academia de las Ciencias de París convocó un concurso para premiar a quien demostrara de manera definitiva si era posible o no generar vida espontáneamente a partir de materia no viva. Louis Pasteur ganó el premio: hizo hervir caldo de carne en dos tipos de matraces distintos.

Los matraces del primer grupo eran de cuello de cisne, es decir, tenían el cuello largo y en forma de S. Después de la ebullición, el agua estéril se condensaba en el codo del cuello y actuaba como filtro que permitía el paso del aire pero no de los microorganismos que transportaba, que quedaban retenidos.



Los matraces del otro tipo eran de cuello vertical y, en consecuencia, el caldo estaba en contacto directo con el aire exterior.

Pasteur introdujo la misma cantidad de caldo en todos los matraces e hizo hervir el caldo para destruir los posibles microorganismos que pudiese contener. Después los dejó enfriar. Al cabo de algunos días, el caldo contenido en los matraces de cuello vertical se pudrió, mientras que el caldo contenido en los matraces de cuello de cisne se mantenía estéril.

Cuestión 1. (Diseño Experimental) Formula una de las posibles hipótesis que llevaron a Pasteur a diseñar este experimento. ¿Cuáles son las variables dependiente e independiente?

Cuestión 2. (Diseño Experimental) Respecto al diseño del experimento, responda las cuestiones:

a) En las figuras se ven diversos matraces de cada tipo. ¿Qué sentido tiene realizar réplicas en un experimento?

b) Enumere dos variables que deben ser controladas para que los resultados de este experimento sean fiables. Justifique la respuesta

Figura 2. Modelo de ítem de un examen

demanda, en la segunda categoría de la tabla 1, es codificada en la habilidad de "Utilizar conocimiento para describir o interpretar fenómenos y proporcionar explicaciones" puesto que el estudiante debe movilizar conocimiento conceptual para responderla (memoria inmunológica). En el ítem mostrado en la Figura 1, con todas las cuestiones de indagación, la cuestión 1 propone tres demandas cerradas, una codificada en la habilidad "Formular hipótesis", y las otras dos en la habilidad "Identificar variables", e incluye una cuarta demanda implícita de conocimiento conceptual codificada en la habilidad "Utilizar conocimiento para describir o interpretar fenómenos y proporcionar explicaciones", puesto que el estudiante debe conocer las teorías de la generación espontánea y de la biogénesis.

Análisis de los resultados de los estudiantes

Se han recogido las notas globales y las obtenidas en cada una de las cuestiones del examen por una muestra de estudiantes de las convocatorias de 2013, 2014 y 2015 (N = 3239 = 1125 + 1265 + 849). Todas las notas se han referenciado a 10. El análisis de estos resultados de los estudiantes se ha abordado utilizando metodología estadística (software SAS v9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados

Características de las cuestiones

Las demandas de habilidades de indagación son poco frecuentes (75 demandas del total de 368). En la mitad de los casos (49,3%) son de respuesta cerrada. Son repetitivas, con demandas que favorecen una respuesta mecánica, como en el 21,3% que piden la identificación de variables. Además son demandas de poco contenido conceptual que a menudo pueden responderse sin movilizar conocimiento científico, solo necesario en el 24% de los casos. En contraste, las demandas de las cuestiones de los bloques conceptuales piden en el 84,6% de los casos explicar fenómenos científicamente, con la necesaria utilización de conocimiento científico (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de demandas de cuestiones de bloques conceptuales y de indagación

		Frecuencias en % de las demandas					
		Todas las cuestiones		Cuestiones conceptuales		Cuestiones de indagación	
Primera categoría: ABERTURA DE LA CUESTIÓN							
Demandas abiertas		35.9		32.4		50.7	
Demandas cerradas		64.1		67.6		49.3	
Segunda categoría: COMPETENCIA CIENTÍFICA, HABILIDADES Y CARACTERÍSTICAS							
Evaluar y diseñar indagación científica	Identificar la pregunta	2.5	22.4	0.0	12.3	12.0	61.3
	Proponer metodología	1.6		0.0		8.0	
	Identificar variables	4.4		0.0		21.3	
	Valorar réplicas y control	2.5		0.0		12.0	
	Gestionar datos	11.4		12.3		8.0	
Interpretar datos	Análisis y conclusiones	5.4		3.1		14.6	
Explicar fenómenos científicamente	Recordar conocimiento	33.2	72.4	41.6	84.6	0.0	24.0
	Interpretar fenómenos y proponer explicaciones	33.4		39.9		8.0	
	Proponer predicciones	2.5		3.1		0.0	
	Formular hipótesis	3.3		0.0		16.0	

Resultados de los estudiantes

Las calificaciones de las cuestiones de un mismo ítem, con un mismo contexto, muestran valores estadísticos más altos en las de indagación. Las medianas de estas cuestiones, con valores de 8 a 9.5, son claramente superiores a las de Inmunología, Ecología o Metabolismo que oscilan entre 5 y 7.3; el porcentaje de estudiantes que obtienen la nota máxima de 10 es del 38 al 48% en las cuestiones de indagación mientras que varía entre el 13 i el 29% en las cuestiones de conocimiento conceptual (Tabla 2).

Tabla 2. Notas de cuestiones de indagación versus notas de conocimiento conceptual

				Estadísticos descriptivos de las notas					Notas 10
año			bloque	N	media	Q1	mediana	Q3	%
2014	B	3B1	Indagación	256	7.4	5	8	10	38
		3B2	Inmunología	256	5.8	4	6.0	8	13
		3B3	Inmunología	256	5.9	2.8	6	10	29
2015	A	3A1	Ecología	242	6.4	4	7.3	9	19
		3A2	Indagación	242	7.5	5	9	10	48
		3A3	Ecología	242	4.9	2	5	8	13
	B	4B1	Indagación	607	8.1	6.0	9.5	10	38
		4B2	Metabolismo	607	5.5	2	6	9	18

En general, alrededor del percentil 60 las calificaciones de las cuestiones de indagación ya se sitúan en la nota máxima de 10, mientras que no es hasta percentiles próximos al 100 que las calificaciones globales alcanzan la nota máxima. Supone una excepción la gran similitud entre percentiles de calificaciones globales y de indagación en el examen 2013 A. El análisis de las características de las cuestiones de indagación de este examen (Figura 2) muestra que proponen demandas de respuesta abierta y que precisan movilización de conocimiento conceptual, en contraste con las demandas de 2014 B, 2015 A y 2015 B, de respuesta cerrada y desligadas de comprensión de conceptos.

Discusión y conclusiones

Las cuestiones de biología PAU evalúan de manera separada conceptos de la ciencia y habilidades de indagación, en contraste con los paradigmas actuales que proponen una evaluación conjunta (NRC, 2012). Consideramos que convendría rediseñar las cuestiones y la estructura del examen, de manera que en lugar de destinar uno de los siete bloques a la evaluación de la indagación, la descripción de las características de los exámenes debería concretar que se evalúan las competencias de explicar fenómenos científicamente, de evaluar y diseñar indagación científica y de interpretar datos científicamente utilizando conocimientos de los seis bloques de contenidos conceptuales. .A la luz de los resultados parece que las notas de los estudiantes en las cuestiones de indagación son más explicables por lo que se pregunta (que no implica movilizar conocimiento conceptual) y por cómo se pregunta (con demandas cerradas y repetitivas) que no por sus habilidades de indagación, y que la significatividad de la información que ofrecen en relación a la competencia de indagación es reducida porqué las notas son poco discriminatorias, con las calificaciones acumuladas en la franja alta (Ofqual, 2014). La evaluación debería ofrecer resultados en los que se combinaran el impacto de las habilidades de indagación de los estudiantes y su nivel de conocimientos en relación a los contenidos conceptuales (Schwichow et al., 2016)

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia EDU2015-66643-C2-1-P) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399)

Referentes

Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. Journal of Science Teacher Education, 17(3), 265–278

Bybee, R., McCrae, B., y Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 865–883.

National Research Council (1995). *National Science Education Standards*. Washington: Commitee on Conceptual Framework for the K-12 Science Education Standards

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: National Academy Press.

OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework.* París: OECD

Ofqual. (2014). *Consultation on the Assessment of Practical Work in GCSE Science. publications@ofqual.gov.uk*

Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C. y Härtig, H. (2016). What students learn from hands-on activities. *Journal of Research in Science Teaching*. 10.1002/tea.21320

Dificultades conceptuales y procedimentales de los maestros en formación en el aprendizaje de procesos fisiológicos

Roberto Reinoso Tapia, Jaime Delgado Iglesias y Rosa María Villamañán Olfos

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática, Facultad de Educación y Trabajo Social, Universidad de Valladolid

roberto.reinoso@uva.es

Resumen:

En este trabajo analizamos las dificultades conceptuales y procedimentales que tienen los estudiantes del grado de Educación Primaria en el aprendizaje del proceso respiratorio. Para llevar a cabo este estudio se diseñó un cuestionario con el fin de poder monitorizar el conocimiento de estos futuros profesores antes y después de cursar la primera asignatura de ciencias del grado. Los resultados obtenidos revelaron que los alumnos encuestados poseen un bajo nivel de conocimiento antes de su llegada a la universidad, siendo aún más evidente cuando se les somete a ejercicios procedimentales y/o de comprensión. También se ha constatado que después de cursar la asignatura, el nivel de conocimiento aumenta considerablemente. Sin embargo, siguen presentes errores conceptuales de base y un déficit notable en determinadas aptitudes o competencias por parte de estos estudiantes.

Palabras clave: Dificultades de aprendizaje; procesos fisiológicos; respiración; maestros en formación

Introducción

La enseñanza de las ciencias depende de varios factores, unos más centrados en el papel del profesor, como podrían ser el conocimiento del contenido, la naturaleza de la ciencia, las estrategias de enseñanza, etc.; y otros más vinculados al alumno, como son las dificultades de aprendizaje que experimentan estos estudiantes (Cortés et al., 2012; Furió y Furió, 2016; Malińska et al., 2016).

El trabajo pretende aportar información que se puede tener en cuenta para el diseño de estrategias que permitan mejorar el aprendizaje de los maestros en formación respecto a las ciencias experimentales. Para ello, se analizarán, mediante un cuestionario pre y post-asignatura de ciencias, las dificultades conceptuales y procedimentales que tienen los estudiantes del Grado de Educación Primaria en el aprendizaje del proceso respiratorio.

Metodología

Participantes

Los participantes encuestados fueron alumnos de 2º curso de Educación Primaria que estaban cursando la asignatura de Desarrollo Curricular de las Ciencias Experimentales en la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid. La investigación fue llevada a cabo en 2 etapas: al comienzo de la asignatura (etapa 1; n=93), los estudiantes fueron invitados a cumpli-

mentar un cuestionario facilitado por el profesorado. Este mismo cuestionario fue respondido por los mismos estudiantes a la finalización de la asignatura (etapa 2; n=84).

Diseño

El estudio fue llevado a cabo mediante una metodología descriptiva por encuesta y con un procedimiento de muestreo probabilístico de conveniencia. El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario de elaboración propia diseñado para identificar los principales problemas de aprendizaje que presentan los maestros en formación en temas relacionados con procesos fisiológicos, como es el caso de la respiración. Las preguntas del cuestionario se basaron en observaciones de clase, exámenes y datos recogidos de años anteriores. El cuestionario fue validado por varios profesores del departamento y completado por alumnos de cursos superiores antes de ser facilitado a los alumnos encuestados. La versión final del cuestionario constaba de dos partes:

Primera parte: Formada por 4 preguntas de carácter sociológico: edad, sexo, estudios e itinerario pre-universitario.

Segunda parte: Formada por 12 preguntas que indagaban sobre aspectos conceptuales y procedimentales del proceso de la respiración, de las cuales, 7 fueron abiertas, 2 semi-abiertas y 3 cerradas.

Análisis

Los cuestionarios fueron evaluados de forma independiente por varios profesores del departamento. Las respuestas de las preguntas abiertas y semi-abiertas fueron categorizadas, en algunas ocasiones como “correctas”, “incorrectas” y respuestas “en blanco”; y en otros casos como “excelentes”, “notables”, “aprobadas”, “incorrectas” y respuestas “en blanco”. Todo el análisis estadístico fue realizado utilizando la R versión 3.4.4 (R Core Team, 2018).

Resultados

En este apartado se presentan y analizan los resultados obtenidos de la investigación de acuerdo con las distintas aproximaciones que se establecieron en el cuestionario.

Datos sociológicos

La muestra de participantes estuvo compuesta por un total de 84 alumnos del grado de educación primaria de la facultad de educación y trabajo social de la Universidad de Valladolid, de los cuales, 26 (31%) fueron chicos y 58 (69%) chicas. La mayor parte de estos estudiantes (>80%) tenían una edad entre 20 y 24 años en el momento de cumplimentar el cuestionario. En cuanto a la modalidad pre-universitaria cursada, la mayor parte de los alumnos (>90%) procedieron de “Bachillerato”, siendo “Humanidades y Ciencias Sociales” la modalidad predominante (>70%), seguida de “Ciencias” (>20%) y Artes (±5%).

Dificultades de aprendizaje

Etapa 1

La mayor parte de los alumnos encuestados (>95%) contestaron correctamente cuando se les preguntó acerca de si podrían dar una definición general de lo que consideraban ellos como “respiración” **(ítem nº1)**. Además, más de la mitad de estos alumnos definieron “notablemente” este concepto (intercambio de gases especificando moléculas y/o sentido), incluso hubo un par de ellos que respondieron de forma “excelente”, mencionando no solo el intercambio de gases que se produce en este proceso sino también incorporando el término de “respiración celular”. Un resultado muy similar fue observado al preguntarles por las diferencias existentes entre la

"inspiración" y "espiración" **(ítem nº2)**, ya que no hubo ningún alumno que contestara incorrectamente esta pregunta o la dejara en blanco. También es cierto que la inmensa mayoría de los alumnos se limitó simplemente a dar una respuesta general, aludiendo a la entrada y salida de aire en los pulmones, sin mencionar otro tipo de procesos (Ej.: contracción y/o relajación del diafragma, diferencia de presiones, etc.). El análisis de los cuestionarios también reveló que casi la totalidad de los alumnos encuestados estaba familiarizado con estos conceptos a través de clases teóricas explicadas por el profesor en su etapa pre-universitaria, y muy pocos, a través de animaciones, experimentos, vídeos, etc. **(ítem nº3)**. Un resultado muy distinto fue cuando se les preguntó por el término específico de "respiración externa", ya que más del 60% de los alumnos encuestados afirmaron que no habían oído este término en ningún momento de su vida **(ítem nº4)**, y mucho peor fue el resultado al pedirles que dieran una definición de este proceso **(ítem nº5)**, ya que menos de un 10% respondieron correctamente, y sorprendentemente más del 75% dejaron la pregunta en blanco. Otro aspecto llamativo fue al pedirles que sobre una figura dibujada en el cuestionario, intentaran indicar con flechas, la dirección de desplazamiento de las moléculas que aparecían **(ítem nº6)**, ya que solo un 25% lo realizaron correctamente y más del 60% lo dejaron en blanco.

A partir de este punto del cuestionario, los resultados empeoraron notablemente, empezando por el **ítem nº7** ("por favor, podrías explicar el concepto de difusión"), ya que solamente siete alumnos de los 84 encuestados contestaron correctamente a esta pregunta. Y lo mismo sucedió al preguntarles la causa que provoca la difusión de los gases implicados en la respiración **(ítem nº8)**, ya que solo dos alumnos contestaron correctamente y más del 90% la dejaron en blanco. Algo muy similar a lo sucedido en el ítem nº4, cuando se les preguntaba por si les sonaba el término de "respiración externa", fue lo que sucedió con el **ítem nº9**, de estructura similar pero haciendo referencia al término de "respiración interna", ya que más del 60% de los alumnos encuestados afirmaron que no habían oído este término en ningún momento de su vida. Sin embargo hay que destacar que a pesar de este porcentaje tan alto, el número de respuestas correctas cuando se les pidió que dieran una definición de este término **(ítem nº10)** fue el doble (16 vs. 8) que con la "respiración externa". Aún así, más del 75% de los alumnos encuestados dejaron esta pregunta sin contestar. Una excepción a esta segunda parte del cuestionario fue el **ítem nº11**, donde se pedía que se identificasen las estructuras exactas dónde tienen lugar la "respiración externa e interna". Los resultados no fueron abrumadores pero al menos 20 alumnos consiguieron contestar correctamente. Por último, otra de las preguntas peor contestadas del cuestionario, o mejor dicho, no contestada del cuestionario fue el **ítem nº12**, que pedía a los alumnos que dibujaran un esquema representativo del intercambio de gases que se produce en la respiración interna. Solamente un alumno de los 84 encuestados fue capaz de realizar un esquema válido y más del 90% no realizaron ningún tipo de dibujo.

Etapa 2

El análisis de los cuestionaros completados por los alumnos tras la impartición de la asignatura reflejó una clara mejoría, tanto en aspectos conceptuales como procedimentales (Figura 1). Exactamente lo mismo que en la etapa 1, la mayor parte de los alumnos encuestados (>95%) contestaron correctamente cuando se les preguntó acerca de si podrían dar una definición general de lo que consideraban ellos como "respiración" (ítem nº1). La gran diferencia fue que en la etapa 2, más del 75% de los alumnos encuestados contestaron de forma "notable" y "excelente" a la pregunta referida, mientras que en la etapa 1 este porcentaje no llegaba al 60%. Una cierta mejoría (<10%) fue observada también en el ítem nº2, aunque quizás menos de la esperada, ya que solamente ocho alumnos respondieron de forma "notable" y "excelente" a la citada pregunta, incorporando conceptos de contracción y relajación del diafragma; y diferencia de presiones, respectivamente. Quizás una de las preguntas con mayor mejoría fue el ítem nº5, en la que se les pedía que dieran una definición de este proceso. En la primera etapa, solamente ocho alumnos respondieron correctamente a esta pregunta y más del 75% la dejaron en blanco,

mientras que en la segunda etapa casi el 90% de los alumnos encuestados la respondió correctamente, y 60 de ellos de una forma "notable", especificando las moléculas y la dirección de desplazamiento de cada una de ellas (Figura 1). Otra pregunta que mejoró significativamente fue la nº6, en la que se pedía que sobre una figura dada, los alumnos intentaran indicar mediante flechas la dirección de desplazamiento de las moléculas que aparecían. Mientras que en la etapa 1 solamente 21 alumnos lo realizaron correctamente, en la etapa 2, más del doble, exactamente 51 alumnos, realizaron este ejercicio correctamente, y solamente 15 alumnos lo dejaron en blanco (Figura 1).

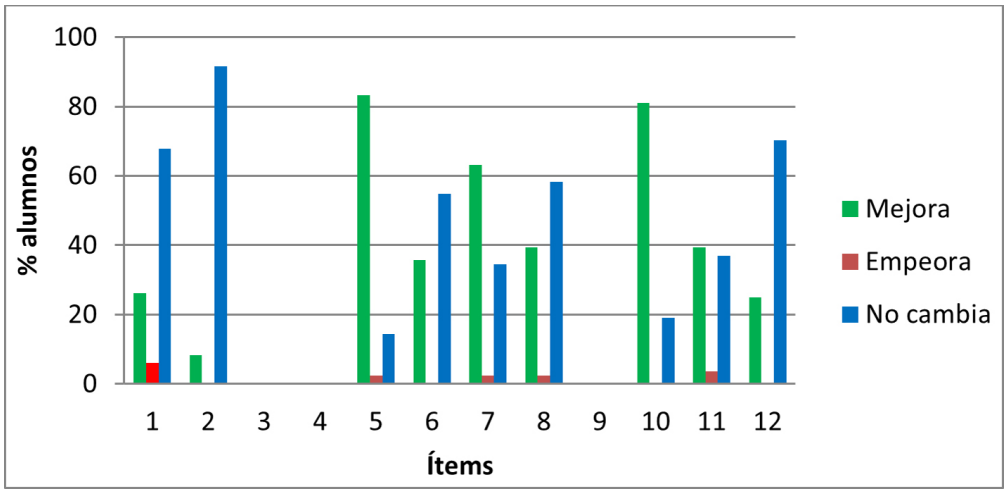


Figura 1. Porcentaje de estudiantes que mejoraron, empeoraron o no cambiaron sus respuestas en el cuestionario de la etapa 2 frente al realizado en la etapa 1.

Como sucedió en la etapa 1, la segunda parte del cuestionario fue la que obtuvo los peores resultados, pero también es cierto que en esta segunda etapa la mejoría fue significativamente considerable. Mientras que en la etapa 1 solamente siete alumnos de los 84 encuestados contestaron correctamente al ítem nº7, en la etapa 2 este número ascendió a 48 alumnos, de los cuales, 14 lo hicieron de forma "notable", incorporando el concepto de intercambio de gases a través de membrana semipermeable (Figura 1). Aún así, hubo 26 alumnos que dejaron en blanco la pregunta. Y un resultado similar sucedió al preguntarles por el motivo que provoca la difusión de los gases implicados en la respiración (ítem nº8), pasando de 78 "no contestadas" en la atapa 1 a 48 en la etapa 2 con más de un 30% respondiendo de forma correcta. De la misma manera, el número de respuestas correctas cuando se les pidió que dieran una definición del término de "respiración interna" (ítem nº10) ascendió de 16 a 54 alumnos, aunque lo más significativo de esta pregunta fue el descenso significativo que experimentó el número de respuestas en blanco en la primera (64) y segunda (9) etapa, y el número de alumnos que respondieron de forma notable esta pregunta (intercambio de gases entre sangre y tejidos) en la primera (4) y segunda (36) etapa. La pregunta nº11 también mejoró significativamente pasando de los 20 "aciertos" en la primera etapa a los 50 de la segunda, con un descenso significativo de las respuestas en blanco de casi un 50% (Figura 1). Por último, y probablemente la pregunta que menos mejoría experimentó o al menos la que peores resultados presentó fue en la que pedíamos a los alumnos que dibujaran un esquema representativo del intercambio de gases que se produce en la respiración interna (ítem nº12). A pesar de que en esta segunda etapa 22 alumnos fueron capaces de realizar un esquema válido de este proceso frente a un único alumno en la etapa 1, más del 60% siguieron sin realizar ningún tipo de dibujo.

Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que el nivel de conocimiento de ciencias del que parten los futuros maestros en formación es notablemente bajo, al menos en lo que se refiere a procesos fisiológicos como es el caso de la respiración. Una de las posibles causas puede ser que la mayor parte de los alumnos que acceden al grado de Educación Primaria proviene de la modalidad de "Humanidades y Ciencias Sociales", un tipo de Bachillerato donde no se imparte ninguna asignatura de ciencias y que, por tanto, desconecta al alumnado del mundo "ciencia" desde que cursan la ESO hasta que llegan al segundo curso del grado. Si bien es cierto que la mayor parte del alumnado encuestado es capaz de responder "correctamente" a preguntas generales como "¿Qué es la respiración?" o "diferencias entre inspiración y espiración", no sucede lo mismo cuando las preguntas se vuelven más específicas, buscando un sentido más biológico y/o fisiológico que pueda explicar el proceso de la respiración, como por ejemplo, diferencias entre respiración interna y externa, concepto de difusión de gases, sentido de desplazamiento de las moléculas que intervienen en el proceso, etc.

Otro aspecto a destacar es que tras cursar la asignatura, el conocimiento de los alumnos mejora notablemente, siendo capaces ya de explicar el proceso de la respiración desde un punto de vista biológico; sin embargo, siguen existiendo errores conceptuales de base que dificultan el aprendizaje de estos procesos. Por último hay que destacar que la mayor parte de los alumnos encuestados tiene muchísimas dificultades, tanto antes como después de cursar la asignatura, en transferir sus conocimientos al papel, como queda demostrado a la hora de pedirles que dibujen un esquema representativo del proceso de la respiración.

Referencias bibliográficas

Cortés, A.L., De la Gándara, M., Calvo, J.M., Martínez, M.B., Gil, M.J., Ibarra, J. y Arlegui, J. (2012): Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias*, *30*(3), 155-176.

Furió, C. y Furió, C. (2016). Dificultades conceptuales y epistemológicas de futuros profesores de Física y Química en las explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos. *Enseñanza de las Ciencias*, *34*(3), 7-24.

Malińska, L., Rybska, E., Sobieszczuk-Nowicka, E. y Adamiec, M (2016). Teaching about Water Relations in Plant Cells: An Uneasy Struggle. *CBE—Life Sciences Education, 15*:ar78, 1–12.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Estudio de las ideas alternativas en maestros en formación sobre la descomposición de fuerzas. Plano inclinado como caso de estudio

Diego Airado Rodríguez, María Campos Tortosa, María Antonia Dávila Acedo, Jesús Sánchez Martín, María Dolores Víctor Ortega y Florentina Cañada Cañada

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
Universidad de Extremadura

airado@unex.es

Resumen

La detección de las ideas alternativas en el alumnado, se presenta como una etapa clave al considerar el proceso de enseñanza-aprendizaje un proceso iterativo en el que los estudiantes construyen su propio aprendizaje sobre las ideas que ya poseen. Esta comunicación aborda el estudio de las ideas alternativas en maestros en formación sobre la descomposición de fuerzas. La investigación se ha llevado a cabo en tres fases: la primera ha consistido en la detección de ideas alternativas mediante un cuestionario; en segundo lugar, se ha llevado a cabo una intervención de carácter teórico-práctico, con gran carga de tareas manipulativas; por último, se ha medido la evolución de las ideas alternativas, empleando el mismo cuestionario que en la primera fase. Los resultados obtenidos, demuestran el carácter persistente y poco volátil de las ideas alternativas del alumnado.

Palabras Clave: Ideas alternativas, dinámica, actividades prácticas, Grado en Educación Primaria.

Introducción

El principal objetivo del proyecto del que este trabajo forma parte es explorar las ideas alternativas en cuanto al concepto de fuerza en estudiantes universitarios del Grado de Educación Primaria.

En la bibliografía está bien descrita la importancia de conocer las ideas alternativas de los estudiantes tanto para la evaluación científica como para el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ozdemir, 2017).

Centrándonos en el caso concreto del problema de la física en que se basa esta comunicación, Jiménez, Solano y Marín (1997) realizan un estudio de la progresión de la investigación para la detección de las ideas del alumnado sobre la fuerza, observando en algunos casos un progreso mínimo entre 1985 y 1995. Ozdemir (2017) investiga acerca de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria, relativas al tema de la fuerza, comprobando que el alumnado muestra respuestas divergentes y múltiples respecto al significado de la fuerza. Jimoyiannis y Komis (2003) realizan un estudio con el objetivo de determinar los modelos mentales de los estudiantes de educación secundaria obligatoria sobre las fuerzas que influyen en objetos en movimiento bajo la única influencia de la gravedad. Los resultados obtenidos en este caso indicaron que para que un cuerpo se mueva debe haber una fuerza ejercida sobre él, ignorando la fuerza gravitatoria. Melo, Sánchez, Cañada y Martínez (2016) abordan la identificación de las

ideas alternativas del alumnado de secundaria y bachillerato sobre el empuje en relación con la flotación. Entre los resultados más destacados, los participantes consideran que el empuje depende de la posición del cuerpo.

Metodología de Investigación

Muestra

La muestra total seleccionada consta de 182 estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura, que cursaban su último curso del grado de maestro en educación Primaria. El proceso de selección de la muestra, debido a criterios de accesibilidad, ha sido realizado por conveniencia.

Procedimiento e instrumento de recogida de datos

Como instrumento de recogida de datos se ha empleado un cuestionario de elaboración propia. El procedimiento seguido ha consistido en tres fases: inicialmente se pide a los estudiantes que realicen el cuestionario antes de comenzar a tratar el tema (pretest). A continuación, se lleva a cabo una intervención dividida en dos partes, una teórica, que se realiza en la clase habitual donde se trata tanto la base matemática del problema (vectores) como el problema en sí, y se resuelven ejercicios propuestos por el profesor; y una segunda parte, de corte experimental, en el laboratorio de física, donde se lleva a cabo el estudio práctico de las fuerzas que actúan sobre un plano inclinado real. Por último, con objeto de juzgar la evolución de las ideas alternativas, los estudiantes vuelven a rellenar el cuestionario (postest).

El análisis de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario se ha llevado a cabo mediante categorización de las respuestas y cálculo de frecuencias y porcentajes. El análisis estadístico de los resultados se ha llevado a cabo mediante la utilización de la prueba de chi cuadrado (χ^2).

Resultados

Análisis descriptivo

Se recoge en primer lugar el análisis descriptivo de los resultados obtenidos para cada una de las preguntas consideradas.

Primera pregunta:

> "Conteste razonadamente "verdadero" o "falso" a la siguiente afirmación: cuando un objeto se encuentra detenido en un plano inclinado es porque la fuerza de rozamiento es mayor que la componente x del peso."

Como puede observarse, la respuesta a esta pregunta se dividiría en dos partes: una cerrada, verdadero o falso y otra abierta, que sería el razonamiento aportado por los estudiantes. En primer lugar, observamos si consideran verdadera o falsa dicha afirmación. Posteriormente, procederemos a la categorización de las razones dadas por el alumnado.

Ante la pregunta de si la afirmación es verdadera o falsa, los estudiantes seleccionan como respuesta mayoritaria la opción "verdadera", tanto en el pretest (65%) como el postest (66%). La respuesta correcta, "falso", es elegida por un 35% en el pretest y un 28% en el postest. También existe un porcentaje muy pequeño que no contesta a la pregunta en el postest. La aplicación del test estadístico χ^2 revela que el número de estudiantes que señalan el enunciado como falso disminuye como consecuencia de la intervención, pero estadísticamente la disminución no es significativa, al estar el p-valor calculado por encima del valor crítico 0.05.

A modo de ejemplo, se recogen las transcripciones literales de algunas de las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el pretest a esta pregunta:

- "Verdadero, ya que son dos fuerzas que actúan en la misma dirección pero sentido contrario, por lo que si el rozamiento es mayor, el cuerpo no se deslizará por la acción de su peso"
- "Verdadero, si el peso fuera mayor, el objeto se deslizaría"
- "Verdadero, porque la fuerza de rozamiento frena al objeto"
- "Verdadero. La fuerza de la componente x del peso es la que favorece que el objeto se deslice si no hay fuerza de rozamiento, pero si la fuerza de rozamiento es mayor, impide que se deslice y por tanto se mantiene detenido"
- "Verdadero, ya que esto impide que el objeto se deslice hacia abajo"
- "Verdadero, ya que al ser la fuerza de rozamiento mayor, el objeto no se desliza"
- "Falso, deben de ser iguales"
- "Falso, porque si la fuerza de rozamiento fuera mayor que el peso del objeto, éste se caería"
- "Falso, porque debe de existir un equilibrio entre la fuerza de rozamiento y componente x del peso. Si la fuerza de rozamiento es mayor es obvio que detiene el movimiento del objeto hacia abajo, pero puede tender a irse hacia arriba"
- "Falso, puesto que si la fuerza de rozamiento es menor, el objeto cae y si es mayor, el objeto cambiaría de sentido"

Como puede observarse en esta pequeña muestra de ejemplo, existe gran variedad en los razonamientos. A continuación, se procede al análisis de los razonamientos aportados por los estudiantes ante su selección de verdadero o falso. En la tabla 1 se recogen los resultados referentes a la respuesta "verdadero" y en la tabla 2, los referentes a la respuesta correcta "falso".

Tabla 1. Categorías establecidas para la explicación aportada por los estudiantes que contestan "verdadero" a la pregunta 1.

Categorías	PRETEST		POSTEST	
	f	%	f	%
Identifica la dirección y el sentido de las fuerzas (Cat-V1)	5	4,8 %	4	5,1 %
Da una explicación de la fuerza de rozamiento como aquella que se opone al movimiento (Cat-V2)	3	2,9 %	1	1,2 %
La fuerza de rozamiento simplemente es, o actúa, como un freno (Cat-V3)	4	3,8 %	1	1,2 %
Para que no haya movimiento la fuerza de Rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) tiene que ser mayor que $\vec{p}_x$ (Cat-V4)	12	11 %	21	27 %
Para que no haya movimiento la fuerza de Rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) tiene que ser mayor o igual que $\vec{p}_x$ (Cat-V5)	1	0,96 %	1	1,2 %
Otros (Cat-V6)	13	12 %	10	13 %

Al observar los datos recogidos en la tabla 1, llama la atención que un 27 % de estudiantes considere, después de la intervención realizada, la categoría cuatro: "para que no haya movimiento la fuerza de rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) tiene que ser mayor que $\vec{p}_x$".

Tabla 2. Categorías establecidas para la explicación aportada por los estudiantes que contestan "falso" a la pregunta 1.

Categorías	PRETEST		POSTEST	
	fi	%	fi	%
Para que no haya movimiento, la fuerza de rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) tiene que ser igual que $\vec{p}_x$ (Cat-F1)	8	7,7 %	15	19 %
La fuerza de rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) sólo actúa cuando hay movimiento (Cat-F2)	3	2,9 %	1	1,2 %
Otros (Cat-F3)	16	15 %	5	6,4 %

El enunciado que se les proporciona a los alumnos es falso y el razonamiento correcto para justificar que es falso es el que se ha categorizado como Cat-F1. Como se observa en la tabla 2, en el postest existe un incremento del 7.7 % al 19 % en el porcentaje de alumnos que realizan un razonamiento correcto de su elección de la respuesta "falso": "la fuerza de rozamiento ($\overrightarrow{F_R}$) tiene que ser igual que $\vec{p}_x$". Se observa también que el porcentaje de alumnos que justifica su elección en base a que al razonamiento "la fuerza de rozamiento solo actúa cuando hay movimiento", decrece de un 2.9 % a un 1.2 % como consecuencia de la intervención. Finalmente, en la categoría Cat-F3 se encuentran, entre otras, diversas respuestas abstractas y extensas, así como referencias a la naturaleza de la superficie, disminuyendo el porcentaje de alumnos cuyos razonamientos caen en esta categoría en el postest.

Al analizar estadísticamente, mediante el contraste χ^2, el porcentaje de alumnos, que eligiendo la opción "falso", dan una explicación correcta de esa elección (Cat-F1), se encuentra un aumento significativo del 7.7 al 19 % ($p < .05$) tras llevar a cabo la intervención.

Segunda pregunta:

> "Suponga que el bloque de la siguiente figura se encuentra detenido en un plano inclinado, dibuje las fuerzas que actúan sobre el mismo en dirección paralela al plano inclinado, haga especial hincapié en indicar las magnitudes relativas a dicha fuerza." En la figura 1 se muestra el esquema planteado a los estudiantes.

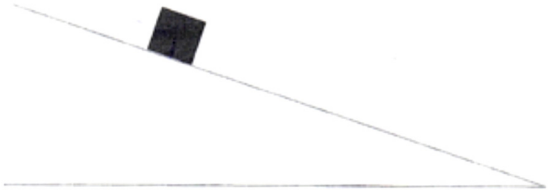


Figura 1. Esquema mostrado a los estudiantes en la segunda pregunta

A modo de ejemplo, en la figura 2 se muestran algunos de los diagramas de fuerzas realizados por los estudiantes en el pretest.

De nuevo, se encontró gran variabilidad en los diagramas de fuerzas realizados por los estudiantes, por lo que para llevar a cabo el análisis de las respuestas a esta pregunta, las mismas se agruparon dentro de las cinco categorías detalladas en la tabla 3. Como se puede observar al relacionar dichas categorías con los ejemplos proporcionados en la figura 2, los ejemplos 1, 2 y 3, se clasificarían dentro de las categorías 1, 2 y 3, respectivamente. La respuesta correcta a esta pregunta es la denominada como categoría 1, en la que $\vec{p}_x$ y $\overrightarrow{F_R}$ se representan con igual magnitud y con sus direcciones y sentidos correctos.

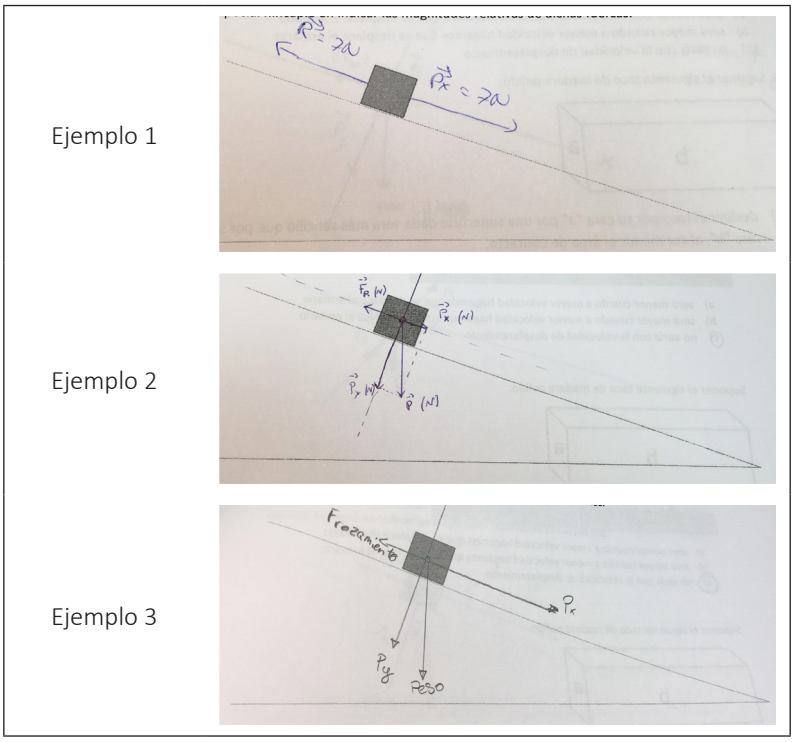
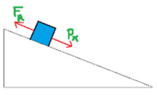
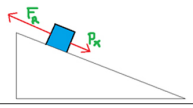
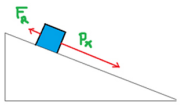
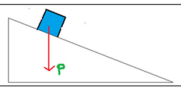
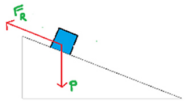


Figura 2. Ejemplos de diagramas de fuerzas realizados por los estudiantes en el pretest

Como se observa en la tabla 3, como consecuencia de la intervención se produce un aumento del 8 % al 30 % de los estudiantes que responden correctamente a esta pregunta. Sin embargo, tras la intervención un 14% sigue pensando que la $\overrightarrow{F_R}$ tiene que ser mayor que $\vec{p}_x$, mientras que un 17% expone que la $\overrightarrow{F_R}$ tiene que ser menor que $\vec{p}_x$. La categoría 5, en la que se han agrupado las respuestas que no encajaban dentro de ninguna de las cuatro categorías anteriores, sufre una disminución respecto al pretest, lo mismo que la categoría cuatro, según la cual, los estudiantes dibujan fuerzas perpendiculares en vez de paralelas.

Tabla 3. Análisis de las respuestas a la pregunta 2.

Categorías	Dibujo	PRETEST		POSTEST	
		fi	%	fi	%
Dibujan $\vec{p}_x$ igual a la $\overrightarrow{F_R}$ con sus direcciones y sentidos correctos (Categoría 1)		8	8 %	24	30 %
Dibujan la $\overrightarrow{F_R}$ mayor que $\vec{p}_x$, a pesar de poner ambas fuerzas con sus direcciones y sentidos correctos (Categoría 2)		12	11 %	11	14 %
Dibujan la $\overrightarrow{F_R}$ menor que $\vec{p}_x$, a pesar de poner ambas fuerzas con sus direcciones y sentidos correctos (Categoría 3)		15	14 %	14	17 %
Dibuja fuerzas perpendiculares (Categoría 4)		16	15 %	6	8 %
Los que no entran en ninguna de las categorías anteriores (Categoría 5)		51	49 %	20	25 %

La aplicación del test estadístico χ^2 revela que el aumento del 8 % al 30 % de estudiantes cuya respuesta se enmarca dentro de la categoría correcta como consecuencia de la intervención es significativo ($p < .05$) frente a la suma de alumnos cuyas explicaciones caen dentro de las demás categorías.

Los resultados encontrados en el caso de ambas preguntas parecen seguir la tendencia marcada por Dekkers y Thijs (1998). Ellos observaron que, en alumnos preuniversitarios, las respuestas correctas aumentaron considerablemente tras las actividades de enseñanza-aprendizaje. También Bermúdez y Martínez (2013) afirman que la secuenciación de actividades, en este caso en primaria, favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje de las fuerzas. Sin embargo, aprecian que algunos estudiantes tienen dificultades para explicar situaciones donde éstas intervienen.

Conclusiones

En esta comunicación se pone de manifiesto la dificultad de cambiar las ideas alternativas en alumnos que llevan muchos años de instrucción educativa. No obstante, es necesario que sean conscientes de su existencia, para que, dentro de lo posible, no las transmitan cuando en un futuro ejerzan de maestros.

Por otra parte, entre las limitaciones de nuestra investigación se encuentra el no poder abarcar una muestra superior que englobase las ideas alternativas de los estudiantes universitarios a nivel autonómico y nacional.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) y la Ayuda a Grupos de investigación GRU18004 de la Junta de Extremadura y FEDER.

Referencias bibliográficas

Dekkers, P. J., y Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education, 82*(1), 31-51.

Bermúdez Fernández, P., y Martínez Losada, M. C. (2013). Las fuerzas en 4º de primaria. Evaluación de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, (nº. extra.), 328-332.

Jiménez Gómez, E., Solano, I., y Marín, N. (1997). Estudio de la progresión en la delimitación de las "ideas" del alumno sobre fuerza. *Enseñanza de las ciencias, 15*(3), 309-328.

Jimoyiannis, A., y Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education, 33*(3), 375-392.

Melo Niño, L. V., Sánchez, R., Cañada, F., y Martínez, G. (2016). Learning difficulties on Archimedes' Principle in the floating context. *Revista Brasileira de Ensino de Física, 38*(4).

Ozdemir, G. (2017). Utilizing concrete manipulatives in contextually distinct situations to assess middle school students' meanings of force. International *Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 5*(3), 187-202.

Análisis de las preguntas que formulan los maestros en la clase de ciencias

Clara Allepuz y Juan Quílez

Dep. d'Educació i Didàctiques Específiques. Universitat Jaume I

jquilez@uji.es

Resumen:

Este trabajo estudia el tipo de preguntas que plantean los maestros a sus alumnos en clases de ciencias en 5º de Primaria. Las distintas cuestiones propuestas se han clasificado según los niveles cognitivos que establece la taxonomía de Bloom revisada. Para ello, se observaron un total de 18 sesiones de dos grupos distintos de alumnos de un mismo colegio. Se encontró que los niveles cognitivos más frecuentes son los relacionados con memorizar, recordar o entender información, mientras que los niveles más altos, relacionados con analizar, evaluar y crear, eran poco utilizados. En estos casos, la mayor parte de las preguntas estaban relacionadas con analizar. En general, las clases se basaban en la transmisión de conocimientos por parte del profesor, con lo que además raramente se producía interacción o diálogo entre los alumnos.

Palabras clave: preguntas, profesor, primaria, ciencias, Bloom

Introducción

Las aportaciones fundamentales de Vygotsky (1962, 1978) señalan la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo del alumno. Los estudiantes aprenden mediante un proceso de construcción de significados en un contexto de ayuda y colaboración con el profesor y otros alumnos (Carretero, 2009). Particularmente, en las últimas décadas, se han desarrollado numerosas investigaciones que muestran la importancia de la interacción social para el aprendizaje de las ciencias (Chen, Hand y Norton, 2017; Nichols, Burgh y Kennedy 2017). En gran parte, la generación de este conocimiento ocurre en el aula, a partir de los diálogos constructivos que propicia el maestro con sus alumnos (Chin, 2007). Se ha comprobado que el alumno aprende de forma más eficaz cuando lo hace en un ambiente de indagación, que supone el intercambio de ideas y la puesta a prueba de las mismas con la participación de los propios compañeros de la clase, actuando el profesor como guía, moderador y orientador.

Por ello, podemos hablar de las clases de ciencias como un lugar en el que se exploran y se ponen a prueba nuevas ideas mediante la producción de múltiples interacciones entre el maestro y sus alumnos (Jackson, 1992; Chin, 2007). Estos intercambios se suelen iniciar y mantener a partir de las preguntas que formula el maestro. El tipo de cuestiones que los maestros proponen y el modo en que las plantean, pueden influir de forma importante en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Chen et al., 2016), ya que los interrogantes planteados se manifiestan como un importante impulsor de su formación científica (Chin, 2007).

Por otro lado, autores como Swan y Pead (2008) y Chin (2007) defienden la importancia de un 'tiempo de espera' adecuado posterior a la formulación de las preguntas. Este intervalo de

tiempo que transcurre hasta que se solicita la respuesta suele suponer en torno a uno y dos segundos en la mayor parte del profesorado, pero el alumnado puede necesitar 4 o 5 segundos antes de responder para el caso de las preguntas de bajo nivel cognitivo y hasta 10 segundos en las de mayor demanda cognitiva. La utilización de estos tiempos más amplios ha demostrado que propicia que los alumnos respondan con mayor variedad, con mayor confianza y con respuestas más apropiadas (Swan y Pead, 2008).

Objetivos e hipótesis

El principal objetivo de este estudio supone conocer el tipo de interacción que establecen los maestros con sus alumnos en la clase de ciencias. En concreto, dada la importancia que tienen las preguntas que plantean los profesores a sus alumnos como elementos de diálogo en el proceso de construcción de los conocimientos científicos, este trabajo se configuró como un análisis de este tipo de cuestiones. Así, este estudio se centra en cuantificar, desde el punto de vista cognitivo, los tipos de preguntas formuladas.

Dado que en trabajos previos se ha encontrado que el profesorado de ciencias emplea un método transmisivo de enseñanza de conocimientos ya elaborados (Moje, 2007), en donde predomina el lenguaje triádico (Lemke, 1990), se planteó como hipótesis de trabajo que en la clase de ciencias de primaria se formularán mayoritariamente preguntas de bajo nivel cognitivo. Es decir, las cuestiones se corresponderán a los niveles de menor demanda cognitiva: Conocimiento, Comprensión y Aplicación, encontrando un menor número de preguntas relacionadas con los niveles cognitivos más altos: Análisis y Síntesis, Evaluación y Creación. Además, se considera que predominarán preguntas cerradas que inciten a un reducido abanico de respuestas cortas, de forma que el maestro formulará una pregunta que el alumno responderá, y seguidamente, el maestro evaluará esa respuesta, finalizándose con ello el proceso. En este tipo de diálogo, el maestro se ceñirá a realizar preguntas sin dejar un tiempo de espera adecuado para responder.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en un colegio público de una ciudad de España. Se tomaron dos grupos de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, correspondientes al 5º curso de Educación Primaria (alumnos de edades comprendidas entre 10 y 11 años). En esta asignatura los profesores de la escuela trabajan mediante proyectos de trabajo. De esta forma, la muestra de nuestra investigación se conformó por un primer grupo (A) de 17 alumnos distribuidos en el aula en grupos cooperativos y su maestra y un segundo grupo (B) de 18 alumnos distribuidos en el aula, también en grupos cooperativos y su maestro.

Para llevar a cabo la investigación, uno de los autores de este trabajo estuvo presente como observadora en el desarrollo de las clases de estos dos grupos durante seis semanas. En este tiempo se desarrolló completamente uno de los proyectos (‘Los ecosistemas’) diseñados por los propios maestros, lo que supuso que no se empleara ningún libro de texto, ajustándose el trabajo de clase a utilizar un material al que los alumnos tenían acceso mediante el ordenador. En total, se asistió a dieciocho sesiones (nueve en cada grupo). Durante esta observación, se recogieron datos referidos a las preguntas que cada maestro iba formulando. Para ello, se diseñó una plantilla (Figura 1) en la que se recogían las preguntas formuladas, así como el momento de la clase en el que se planteaban, el tiempo asociado a su respuesta y si ello promovía la participación del alumnado, anotándose además el tiempo de espera de las respuestas y si se utilizaba alguna técnica adicional de participación. Posteriormente, las diferentes preguntas se clasificaron atendiendo a dos criterios: a) cerradas o abiertas y b) según su demanda cognitiva, considerando la taxonomía de Bloom revisada (Anderson y Krathwohl, 2001).

Grupo/ Sesión	Momento sesión	Duración	Feedback	Wait time	Participación	Abierta/ Cerrada	Bloom

Figura 1. Plantilla (simplificada) de recogida y análisis de preguntas

Resultados y Discusión

En general, se encontró un número escaso de preguntas. Se recogieron un total de 68 preguntas a lo largo de las dieciocho sesiones, obteniendo una media de 3,8 preguntas por sesión. En la mayor parte de las sesiones, la primera pregunta no se produjo hasta transcurridos unos diez o quince minutos desde el comienzo de la clase.

Respecto al nivel de pensamiento, se halló un número elevado de preguntas de bajo nivel cognitivo. En nueve sesiones, únicamente se recogieron preguntas de bajo nivel de pensamiento (Conocimiento, Comprensión y Aplicación). Sólo en siete sesiones se formularon preguntas de alto nivel cognitivo (Análisis y Síntesis, Evaluación y Creación). Según se especifica en la Tabla 1, como resultado global de todo ello, se encontró un claro predominio de las preguntas de bajo nivel cognitivo, destacando las que correspondían al nivel de Conocimiento (56 %) y las de Comprensión (22%), ya que las de Aplicación sólo se produjeron en un 3% de las ocasiones. Es decir, la mayor parte de estas preguntas (81 %) corresponden a las de niveles cognitivos más bajos. De esta forma, las correspondientes a Evaluación sólo alcanzaron un 3% del total y las de Creación un 4%; en un 12% de los casos se trataba de cuestiones que suponían capacidades relacionadas con procesos cognitivos de Síntesis o de Análisis. Señalar, además, que en una de las sesiones, correspondiente a la última clase del proyecto, en la que los alumnos expusieron sus trabajos para su evaluación por los maestros, no se produjo ningún tipo de intervención por parte de estos profesores. Los alumnos sí que formularon algunas preguntas a sus compañeros, aunque siempre asociadas con los niveles cognitivos más bajos al tener como objetivo reconocer, identificar o recordar información.

Existen pequeñas diferencias en lo que respecta a la actuación de los dos maestros. La maestra del grupo A, a lo largo de 9 sesiones formuló con un total de 31 preguntas (media de 3,4 preguntas/sesión), no realizando ninguna relacionada con el nivel de Aplicación. Por su parte, el maestro del grupo B planteó un total de 37 preguntas (media de 4,1 preguntas/sesión), no llegando a realizar ninguna relacionada con el nivel de Evaluación.

Tabla 1. Distribución del tipo de preguntas formuladas

Nivel cognitivo de las preguntas	Porcentajes	
Conocimiento	56	
Comprensión	22	
Aplicación	3	Total-Bajo Nivel: 81
Análisis y Síntesis	12	
Evaluación	3	
Creación	4	Total-Alto Nivel: 19

Se debe reseñar que algunas de las preguntas se clasificaron con algunas dudas. Así, encontramos dos preguntas relacionadas con la forma de confeccionar las diapositivas para la exposición final. Por tanto, a pesar de tratarse de preguntas que pueden asociarse al nivel cognitivo más

elevado (crear), no estaban específicamente relacionadas con lo trabajado en el proyecto. Se trataba de preguntas asociadas a la técnica de presentación de diapositivas, con el objetivo de mejorar su calidad.

Otro aspecto relacionado con la creación debe mencionarse. En concreto, el maestro del grupo B propuso la construcción de una maqueta. Se trataba de una actividad individual voluntaria que, en un principio, no promovió ningún tipo de intervención por parte del alumnado. Posteriormente, durante las sesiones siguientes, varios estudiantes entraron a clase con maquetas construidas por ellos. La creación de la maqueta se debía producir a partir de los contenidos trabajados en clase, pero esta construcción debía hacerse en casa, espacio donde el maestro no podía observar ni intervenir de ninguna forma en el proceso de realización y donde cabía la posibilidad de que el alumno pudiera ser ayudado por familiares o por estudiantes de mayor edad. El maestro tampoco reservó ningún momento de la clase para que el alumnado explicara su diseño, la forma de ejecutarlo o el proceso seguido, así como las dificultades encontradas y cómo las fue superando.

Por lo que respecta a la dinámica de desarrollo de la clase, se recogieron múltiples indicaciones por parte del maestro que suponían una transmisión directa de conocimientos. Por ejemplo, el maestro daba las instrucciones precisas a sus alumnos acerca de cómo hacer el trabajo e incluso señalaba qué debían escribir en las distintas actividades. También se encontró que una vez formulada una pregunta se esperaba su respuesta de forma inmediata, sin que ello fuera el origen de nuevas preguntas o del establecimiento de un diálogo más amplio. Concretamente, el tiempo de espera era siempre muy corto, las preguntas eran cerradas y no se empleó ninguna técnica que propiciase la participación del mayor número posible de alumnos. Tampoco se facilitó la interacción entre alumnos, ya que no se proporcionaba un tiempo o espacio para que entre ellos intercambiasen o compartiesen sus ideas. Básicamente, existía un monólogo por parte del maestro, quien transmitía indicaciones que los alumnos intentaban seguir. Por tanto, no se promovía la comunicación alumno-profesor ni entre alumnos.

Se puede concluir que a pesar de que no se utilizó un libro de texto y que la clase se desarrolló en torno al desarrollo de un proyecto, los patrones de la clase magistral tradicional seguían presentes, siendo el discurso del profesor el que acaparó la mayor parte del tiempo de la clase. Los alumnos tuvieron poco espacio para reflexionar sobre su propio aprendizaje, realizando en la mayoría de los casos actividades mecánicas con escasa potencialidad para incrementar su capacidad de pensamiento. En este sentido, el tipo y la frecuencia de las preguntas formuladas por los profesores no ayudaron a que los alumnos pudieran desarrollar competencias de alto nivel cognitivo.

Finalmente, se debe destacar que no se aprovecharon adecuadamente momentos propicios para trabajar las capacidades de alta demanda conceptual. Por ejemplo, la actividad de construcción de la maqueta se podría haber realizado total o como mínimo parcialmente en la propia clase, planteando el maestro preguntas acerca de su diseño, discutiendo con los alumnos estrategias y posibilidades de realización, evaluando su idoneidad o viabilidad. Además, en la presentación final del proyecto, al no realizar preguntas los maestros, se impidió que los alumnos realizasen una evaluación crítica o que propusieran alternativas que permitieran producir mejoras en el futuro.

Conclusiones

Entre el escaso número de preguntas que formularon los maestros, predominaron las que corresponden a los niveles cognitivos más bajos. Estas cuestiones se enmarcan en un clima de clase magistral en el que predomina el diálogo triádico. Raramente se produjo un diálogo amplio y constructivo, de mayor duración, entre el maestro y sus alumnos.

A pesar de que la metodología de trabajo mediante proyectos podría suponer, en principio, una cierta innovación o mejora sobre la clase tradicional, se mantuvo el papel del profesor como transmisor de conocimientos ya elaborados.

Estas conclusiones tienen relevancia para la formación (inicial y permanente) del profesorado en lo que respecta a la toma en consideración de la importancia del lenguaje científico para el aprendizaje de las ciencias (Quílez, 2016a, b).

Referencias bibliográficas

Anderson, L.W. y Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.

Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Paidós.

Chen, Y.; Hand, B. y Norton, L. (2017). Teacher Roles of Questioning in Early Elementary Science Classrooms: A Framework Promoting Student Cognitive Complexities in Argumentation. *Research in Science Education,* 47, 373–405. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-015-9506-6

Chin, C. (2007). Teacher Questioning in Science Classrooms: Approaches that Stimulate Productive Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.

Jackson, Ph. W. (1992). *La vida en las aulas.* Madrid: Ediciones Morata.

Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.

Moje, E.B. (2007). Developing socially just subject-matter instruction: a review of the literature on disciplinary literacy teaching. *Review of Research in Education*, *31*, 1-44. DOI: https://doi.org/10.3102/0091732X07300046

Nichols, K.; Burgh, G. y Kennedy, C. (2017). Comparing Two Inquiry Professional Development Interventions in Science on Primary Students' Questioning and Other Inquiry Behaviours. *Research in Science Education.* 47(1), 1-24. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-015-9487-5

Quílez, J. (2016a). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27, 105-114. https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002

Quílez, J. (2016b). El lenguaje de la ciencia como obstáculo de aprendizaje de los conocimientos científicos y propuestas para superarlo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação* em Ciências, 16(2), 449–476.

Swan, M. y Pead, D. (2008). Professional development resources- Bowland Maths Key Stage 3, Bowland Charitable Trust. http://www.bowlandmaths.org.uk

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. Cambridge: MIT.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Empleo de cortes anatómicos humanos para mejorar la competencia visual en futuros maestros

Beatriz García Fernández[1], Antonio Mateos Jiménez[2] y José Reyes Ruiz-Gallardo[3]

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Pedagogía. Facultades de Educación de [1]Ciudad Real, [2]Toledo y [3]Albacete. Universidad de Castilla-La Mancha

Beatriz.Garcia@uclm.es

Resumen:

En este trabajo se explora el impacto del empleo de diferentes vistas y cortes anatómicos en la mejora de la competencia en alfabetización visual asociada a la representación de secciones transversales humanas. La muestra, 38 futuros maestros de Primaria, realizó un pre test y un post test basados en la realización de una sección transversal del tórax humano a nivel del pecho. Estos gráficos fueron evaluados utilizando criterios sobre alfabetización visual asociados a representaciones anatómicas. Los resultados evidencian que, si bien se consigue una mejora en las destrezas, la estrategia planteada no es suficiente para conseguir un adecuado desarrollo de esta competencia.

Palabras clave: Didáctica de Biología, Alfabetización visual, Formación docente, Representaciones anatómicas.

Introducción

El material gráfico representa una parte importante de los recursos educativos, siendo un eje principal del aprendizaje (Kress y Van Leeuwen, 2006). Por ello, es esencial saber interpretar y decodificar la información gráfica, así como desarrollar la capacidad de representar, herramienta especialmente importante en el aprendizaje en ciencias (Davies, 2010), ya que requiere reflexionar sobre qué y cómo se representa (Kress y Van Leeuwen, 2006). La educación en ciencias debe incluir diferentes formas de representación, ya que un empleo habitual de este material se traduce en un mayor impacto en el aprendizaje (Zucker et al., 2014). Pese a su importancia, los estudiantes no siempre utilizan las imágenes de modo autónomo (Perales y Vílchez, 2015), y por ello los docentes deben manejar esta competencia, interpretando material gráfico, sabiendo cómo crearlo, y usando el lenguaje apropiado para incorporarlo efectivamente a la docencia (Dimopoulos et al., 2003). En el caso de la biología, saber manejar información gráfica es especialmente relevante pues los libros de texto contienen un importante número de representaciones, muchas de ellas anatómicas (Coleman, 2011). Es además frecuente que las imágenes recogidas en libros de texto presenten deficiencias, como por ejemplo errores en sus etiquetas (Perales y Jiménez, 2002). Por tanto, atendiendo a esta realidad, los futuros docentes necesitarán seleccionar y crear su propio material visual, hecho que adquiere especial relevancia en algunos contenidos específicos como la anatomía humana, entre otros.

Desarrollar lo que se conoce como alfabetización visual es clave para la formación docente (Britsch, 2013). La alfabetización visual se entiende como la competencia para encontrar, interpretar, evaluar, utilizar, crear imágenes y material gráfico correctamente (ACRL, 2011). Trabajos previos (Ruiz-Gallardo et al., 2017; García Fernández y Ruiz-Gallardo, 2017) recogen una rúbrica

centrada en alfabetización visual relativa a la creación de imágenes en biología, en concreto, vinculada a secciones anatómicas transversales del tórax a nivel del pecho (Tabla 1). En sendos trabajos se detectó que los futuros maestros tenían serias carencias para representar secciones anatómicas transversales integrando órganos pertenecientes a diferentes aparatos (Ruiz-Gallardo et al. 2017), cometiendo errores tanto a nivel gráfico como conceptual. Ello no es extraño si se destaca que los sistemas anatómicos suelen aparecer representados en los libros de texto de manera aislada y no conectados a otros órganos o aparatos y únicamente representados en vista frontal (López-Manjón y Postigo, 2014).

La pertinencia de estos aprendizajes queda justificada desde una triple perspectiva. En primer lugar, la curricular, puesto que el Real Decreto de Enseñanzas Mínimas 126/2014 (Boletín Oficial del Estado, 2014) recoge de forma explícita cuestiones anatómicas relacionadas con la función de nutrición, como la forma y la localización de los órganos involucrados. En segundo lugar, contribuye a la generación mental de un modelo de la función de nutrición, imprescindible para construir un modelo de ser vivo, cuestión esencial en la formación de maestros (Martínez-Chico et al., 2015). Todo ello presenta complejidades vinculadas a la conexión de los aparatos anatómicos que intervienen en la nutrición y a los procesos que en ellos tienen lugar (Núñez y Banet, 1997). Una vista transversal contribuye a comprender el cuerpo en la tercera dimensión que no representan las secciones frontales, facilitando la construcción de un modelo 3D en el que se aprecian mejor las conexiones entre órganos y sistemas, pues la conexión entre procesos se entiende también a partir de las conexiones anatómicas. En tercer lugar, desde una perspectiva de la comunicación multimodal, se destaca que un aprendizaje efectivo en Ciencias está vinculado a la competencia para trasladar esta información de un modo de representación a otro (Ainsworth 1999). El docente debe ser competente para evitar la dependencia entre algunos contenidos y formas tradicionales de representarlos (Prain y Waldrip 2006) por lo que es necesario introducir en el aula otras formas de representación diferentes de las frecuentemente usadas vistas frontales.

Así, el presente trabajo pretende evaluar el impacto que tiene en la alfabetización visual relacionada con la creación de imágenes anatómicas a nivel torácico, el uso de una metodología basada en la visualización y dibujo de secciones y cortes anatómicos transversales y frontales. Para ello se ha considerado especialmente la representación de los órganos relacionados con la función de nutrición, entendiendo esta función como el proceso necesario para digestión de nutrientes y transporte de nutrientes y gases a través del aparato circulatorio, su empleo a nivel celular, y la excreción de productos de desecho, lo que implica a los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor (Núñez y Banet, 1997). Se ha considerado la función de nutrición porque representa un conocimiento esencial para comprender el funcionamiento del cuerpo humano y suele presentar, además, dificultades en su aprendizaje (Banet y Núñez 1997; Olmos y Gavidia, 2014).

Metodología

El presente trabajo se trata de un estudio de caso. La metodología empleada es de carácter mixto, integrando aspectos cualitativos y cuantitativos. La muestra se compone de 38 estudiantes (17 hombres y 21 mujeres), de 21.9 años de edad media (DT=1.1 años), que cursaban último curso del Grado de Maestro en Educación Primaria en la Universidad de Castilla-La Mancha. A esta muestra se le aplicó un pre test, que se administró igualmente como post test, consistente en la siguiente tarea: “Dibuja una sección transversal del tórax humano a nivel del pecho en la que incluyas, al menos, los órganos implicados en la función de nutrición”. Se explicó qué significaba dibujar una sección transversal utilizando analogías y se aclaró a qué altura exacta debía representarse. El enunciado de la tarea y la rúbrica para su evaluación (Tabla 1) se encuentran publicados en trabajos previos (Ruiz-Gallardo et al., 2017; García Fernández y Ruiz-Gallardo, 2017).

Tabla 2. Criterios de evaluación del pre y post test (Fuente: Ruiz-Gallardo et al., 2017). Puntuaciones parciales para cada criterio.

Criterios de evaluación	Valor parcial máximo	Media pre test	Media post test	*p*
La sección contiene todos los elementos estudiados (al menos corazón, pulmones, esófago, venas cavas y arteria aorta; 0.04 por cada órgano correcto, máximo 0.2).	0-0.20	0.06	0.11	0.000
La distribución de órganos y del espacio en la sección son adecuados (0.15 sin errores, 0.1 con 1 error, 0,05 con 2 errores, 0 con 3 o más errores).	0-0.15	0.01	0.06	0.001
Los órganos están representados a una escala adecuada (0.10 con 5 o más órganos a escala correcta, 0 con ninguno a escala correcta. Evaluar linealmente).	0-0.10	0.02	0.06	0.000
La sección es sencilla de interpretar. (0.1 con todos los elementos inteligibles, 0.05 con 1 elemento ininteligible, 0 con más de 1 ininteligible).	0-0.10	0.01	0.04	0.000
El tamaño de la sección permite que aparezcan representados los detalles (0.1 si el tamaño permite representar detalles, 0 si es demasiado pequeña para representar detalles).	0-0.10	0.01	0.04	0.000
Todos los elementos en la sección están etiquetados clara y correctamente. (0.04 por cada órgano correcto etiquetado, máximo 0.2).	0-0.20	0.08	0.16	0.000
La sección alcanza los estándares adecuados para un maestro (incluye la pleura -0.05-, cavidades del corazón -0.05- y bronquios y sus ramificaciones -0.05-).	0-0.15	0.03	0.12	0.000
Media de las puntuaciones totales de la tarea (sobre 1).	1	0.19	0.51	0.000

La metodología seguida tras el pre test se basó en reflexionar sobre los errores cometidos por los estudiantes (elementos erróneos incluidos en la sección, errores en la escala y posición de los órganos y etiquetado erróneo). Posteriormente, los estudiantes volvieron a realizar esta tarea teniendo una sección que les sirviese como modelo, ya que dibujar propicia fijar la atención en los detalles (Davies, 2010). La intervención se completó con la visualización de vistas anteriores y laterales del tórax humano y diferentes cortes anatómicos, de modo que pudieran observar la posición y la escala relativas de unos órganos respecto a otros, así como en general respecto al perímetro torácico. Las imágenes que se emplearon para ello fueron extraídas principalmente del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (n.d). El alumnado visionó imágenes accediendo a la web ZygoteBody (Zygote Media Group, 2014) en su versión gratuita. Finalmente, se aplicó al alumnado como post test la misma tarea planteada en el pre test, que fue evaluada empleando el mismo instrumento (Tabla 1).

Resultados

Los estudiantes obtuvieron en el pre test una calificación media en esta tarea de 0.19 puntos sobre 1 (DT=0.18), muy próxima a la puntuación de 0.20 puntos sobre 1 (DT=0.27) obtenida en el trabajo de Ruiz-Gallardo et al. (2017). Podemos decir que los estudiantes que constituyen la muestra en este trabajo tienen una destreza inicial similar para realizar la tarea propuesta que

los estudiantes de la muestra analizada en el trabajo de Ruiz-Gallardo et al. (2017). La calificación media obtenida en el post test fue 0.51 puntos sobre 1 (DT= 0.27). Las variables estudiadas (puntuaciones parciales y total) no siguen una distribución normal, según el resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (p<0,05), por lo que se aplicó estadística no paramétrica. La prueba de rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas revela mejoras estadísticamente significativas en todos los criterios de evaluación, así como en la puntuación total (p<0,05). Ello evidencia que, si bien se ha producido una mejora significativa en la alfabetización visual asociada a la generación de secciones transversales humanas, la mera visualización de vistas y cortes anatómicos desde diversas perspectivas y reflexión sobre principales errores cometidos, no parece suficiente para conseguir una mejora sustancial en esta competencia, pues el alumnado tan solo consigue puntuar de media en el post test la mitad de la puntuación máxima posible (Tabla 1). En la figura 1 se muestran sendos ejemplos de gráficos pertenecientes al mismo sujeto, realizados en el pre test y en el post test.

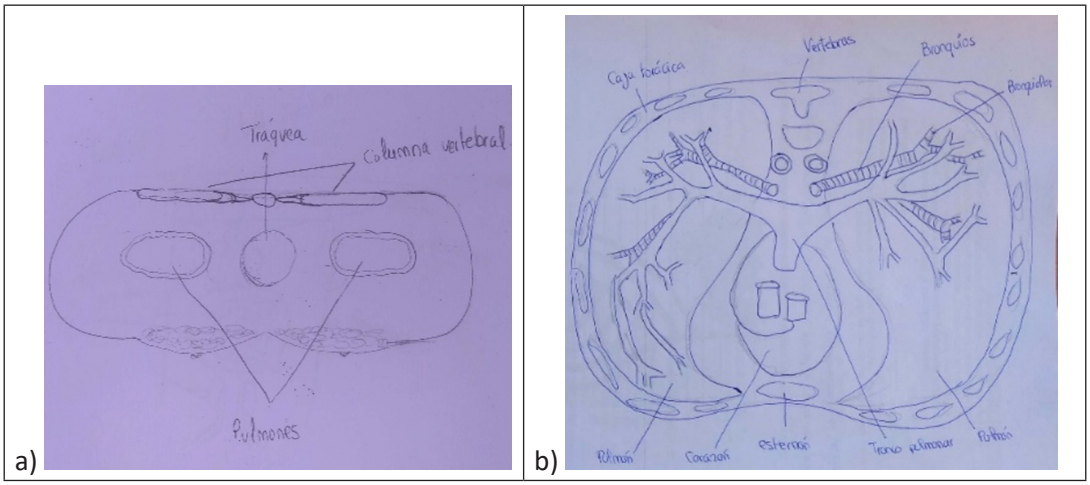


Figura 1. Representaciones realizadas por el mismo sujeto en el pre (a) y en el post test (b).
a) Amplios espacios vacíos, órganos a escala errónea, representación de la tráquea, que no debe aparecer, y columna vertebral a escala errónea. No aparecen ni el corazón, ni el esófago, ni vasos circulatorios.
b) Distribución razonable de los órganos, salvo el corazón, completamente centrado. Elementos representados a la escala adecuada. No se dibuja la pleura. El esófago no se etiqueta.

Discusión y conclusiones

Según los resultados obtenidos, se evidencia en primer lugar que los maestros participantes, si bien han estudiado la anatomía humana vinculada a la función de nutrición en numerosas ocasiones durante la etapa de educación obligatoria, tienen una destreza muy reducida cuando se les pide que realicen una sección transversal humana del tórax al nivel del pecho. Esto es coherente con el hecho de que la enseñanza de la anatomía humana suele abordarse mediante el empleo de secciones anatómicas frontales de aparatos aislados. Al igual que en el trabajo de Ruiz-Gallardo et al. (2017), los maestros participantes tienen problemas para integrar en una misma sección información que han estudiado numerosas veces mediante representaciones anatómicas frontales y aisladas de aparatos anatómicos que no aparecen conectados a otros. Esta metodología basada en secciones anatómicas frontales de aparatos aislados no parece indicada, por tanto, para conseguir un aprendizaje integrado que dote de visión de conjunto a los contenidos, como recomiendan Olmos y Gavidia (2014). De este modo, además de no contribuir a un adecuado conocimiento integrado en anatomía, se propicia un modelo conceptual de nutrición que Banet y Núñez (1997) bautizaron como relacionado-no integrado, en el que los estudiantes son incapaces de establecer enlaces coherentes entre los órganos.

En segundo lugar, los resultados apuntan a que la metodología empleada logra una mejora de la alfabetización visual asociada a representaciones anatómicas a nivel torácico, pero no desarrolla un elevado nivel de esa destreza. Ello apunta a la necesidad de implementar otras metodologías que permitan lograr una mejora sustancial en esta competencia en maestros, y se plantea como futura línea de investigación evaluar el impacto de la realización de modelos anatómicos.

Referencias bibliográficas

Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131–152.

Association of College and Research Libraries (2011). *ACRL visual literacy competency standards for higher education*. American Library Association. Disponible en: http://www.ala.org/acrl/standards/visualliteracy

Banet, E. y Núñez, F. (1997). Teaching and learning about human nutrition: a constructivist approach. *International Journal of Science Education*, *19*(10), 1169–1194.

Boletín Oficial del Estado (España). (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28-02-2014, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.*

Britsch, S. (2013). Visual language and science understanding: a brief tutorial for teachers. *The Australian Journal of Language and Literacy*, *36*(1), 17–27.

Coleman, C. (2011). Teaching health care professionals about health literacy: a review of the literature. *Nursing Outlook*, 59(2), 70–78.

Davies, D. (2010). *Teaching science creatively*. New York: Routledge.

Dimopoulos, K., Koulaidis, V. y Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science technology. *Research in Science Education*, *33*(2), 189–216.

García Fernández, B. y Ruiz-Gallardo, J.R. (2017). Visual literacy in primary science: exploring anatomy crosssection production skills. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 161-174. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9662-0.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (n.d). *Banco de imágenes y sonidos*. Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. Edición digital. Recuperado de: http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/

Kress, G. y Van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: the grammar of visual images*. Routledge, London.

López-Manjón, A, y Postigo, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 551–570.

Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R. y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1).

Núñez, F. y Banet, E. (1997). Students' conceptual patterns of human nutrition. International *Journal of Science Education*, *19*(5), 509–526.

Olmos, S. y Gavidia, V. (2014). El sistema linfático: el gran olvidado del sistema circulatorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las. Ciencias*, *11*(2), 181–197.

Perales, F. J., y Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(3), 369–386.

Perales, F. J., y Vílchez, J. M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *33*(1), 243–262.

Prain, V. y Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. International Journal of Science Education, 28(15), 1843-1866.

Ruiz-Gallardo, J. R., García Fernández, B., y Mateos Jiménez, A. (2017). Visual Literacy in Preservice Teachers: a Case Study in Biology. *Research in Science Education*, 1-23. DOI: https://doi.org/10.1007/s11165-017-9634-2

Zucker, A., Kay, R., y Staudt, C. (2014). Helping students make sense of graphs: an experimental trial of Smart Graphs software. *Journal of Science Education and Technology*, *23*(3), 441–457.

Zygote Media Group (2014). ZygoteBody. American Fork, U.S.: Zygote Media Group. Recuperado de: https://www.zygotebody.com/

Concepciones de futuros maestros sobre las relaciones tróficas: la elección del Grado universitario importa

Lidia Caño

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales,
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

lidia.cano@ehu.eus

Resumen

Aunque una efectiva educación ambiental es imprescindible para el desarrollo sostenible de las sociedades la comprensión de las diferentes relaciones ecológicas resulta compleja. Este estudio tiene como objetivos determinar las preconcepciones sobre conceptos ecológicos de estudiantes universitarios, con especial atención al futuro profesorado, y determinar la influencia del bachillerato así como del hecho de haber elegido un Grado de Educación vs uno científico. Para ello se realizó un cuestionario a 182 estudiantes recién ingresados en la Universidad del País Vasco, en el Grado de Educación Primaria y de Farmacia. En todos los perfiles estudiados se mantuvieron ideas preconcebidas. Aunque no se detectó influencia en el futuro profesorado de la formación recibida en el bachillerato, la comprensión de los conceptos ecológicos fue más profunda en el caso del alumnado Grado científico.

Palabras clave: concepciones alternativas; grado científico; futuros maestros; bachillerato; relaciones tróficas.

Introducción

La alfabetización científica de la ciudadanía es importante para entender los problemas a los que se enfrentan las sociedades. Concretamente la alfabetización en ecología puede facilitar la toma de decisiones razonadas sobre problemas ambientales ya que permite a las personas entender la conexión entre ellas mismas y los procesos ecológicos. Los procesos ecológicos como la producción primaria, el ciclo de nutrientes y el flujo de materia y energía a través del medio ambiente. Sin embargo la comprensión de dichos procesos ecológicos a menudo resulta compleja tanto para los estudiantes como para la ciudadanía en general.

Para asegurar el desarrollo de una completa competencia científica en el campo de la ecología por parte de los/as niños/as el profesorado debe conocer diversos aspectos tales como las estrategias de enseñanza de procedimientos científicos o la naturaleza de la ciencia. Sin embargo el conocimiento de los contenidos científicos resulta imprescindible para una enseñanza efectiva (Shulman, 1986) por lo que los/as maestros/as de primaria deberían tener un conocimiento profundo y estructurado de los contenidos científicos con el fin de poder acceder a ellos de manera versátil. Por este motivo este estudio ha querido centrarse en el conocimiento conceptual del futuro profesorado de Educación Primaria.

A pesar de que se recibe instrucción sobre conceptos científicos relacionados con la ecología durante la educación formal, diversos estudios demuestran que las ideas alternativas sobre la fotosíntesis y las redes tróficas están presentes tanto en el alumnado como en el profesorado (Webb y Boltt 1990, Leach et al. 1996, Driver et al. 1999, Cakiroglu y Boone 2002, Charrier et

al. 2006, Jordan et al. 2009, Ashlie et al. 2012, Özata y Özkan 2015, Thorn et al. 2016, Brown y Schwartz 2009, Akçay 2017, Allen 2017).

Este estudio tiene como objetivos:

- determinar cuáles son las concepciones de estudiantes universitarios/as sobre la importancia de las plantas en el flujo de energía y ciclo de la materia en los ecosistemas y sobre el concepto de red trófica.
- evaluar cuál es el patrón de distribución de dichas concepciones en función de la formación recibida en bachillerato y en función del hecho de haber elegido un Grado científico o el Grado en Educación Primaria.

Material y métodos

Se realizó un test de selección múltiple de 4 preguntas a 182 estudiantes de la Universidad del País Vasco, del Grados de Educación Primaria y del Grado de Farmacia. Se definieron 3 perfiles de alumnos recién ingresados en la universidad:

- I: alumnado del Grado de Educación Primaria que no ha cursado bachillerato científico (N=83).
- II: alumnado del Grado de Educación Primaria que sí ha cursado bachillerato científico (N=47).
- III: alumnado del Grado de Farmacia que ha cursado bachillerato científico (N=52).

La elección de las preguntas y de las respuestas posibles se hizo en función de las concepciones alternativas más comunes documentadas en la bibliografía mencionada anteriormente e interrogan sobre las concepciones científicas (CC) indicadas en la tabla 1. El cuestionario se realizó de forma voluntaria mediante la aplicación informática Kahoot. Todas las sesiones se realizaron en el primer curso antes de impartir las asignaturas en las que se tratan los temas de la fotosíntesis y las relaciones tróficas.

Las respuestas al test de opción múltiple se codificaron e interpretaron conforme a lo especificado en la tabla 1. Para evaluar el perfil de conocimiento respecto a cada concepto científico se calcularon las proporciones de estudiantes que eligieron cada opción en cada pregunta por grupo de estudio I, II o III. Todas las comparaciones entre grupos se realizaron mediante tests Chi cuadrado.

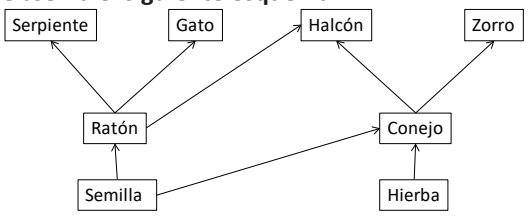
Resultados y discusión

Concepto 1: Las plantas respiran y hacen la fotosíntesis

En todos los grupos de estudio se mantienen diversas concepciones alternativas acerca de los conceptos de fotosíntesis y respiración. (Fig. 1a). La mayoría de estudiantes (50%-65% según perfiles) o bien omitió el papel del oxígeno (C2; 23-30%) o bien indicó que también los animales tomaban dióxido de carbono y expulsaban oxígeno (C1; 27-35%). Esto indica que la mayoría de estudiantes o bien no hacen correctamente la distinción entre funciones animales y vegetales o bien obvian que las plantas también respiran e incorporan O_2 a su metabolismo. Sólo un pequeño porcentaje de futuros maestros (< 18%) eligió la concepción científica y no se encontraron diferencias en función del tipo de bachillerato cursado (Fig. 1a).

El porcentaje del alumnado del Grado de Farmacia que eligió la concepción científica (32,00%) tendió a ser mayor que el del alumnado del Grado de Educación (18,60%) (diferencia no significativa) (Fig. 1a).

Tabla 1. Preguntas del cuestionario e interpretación de las respuestas

	Cuestionario	Cod.	Interpretación
1-	**¿Con qué afirmación estás más de acuerdo?** a) Las plantas obtienen CO_2 del aire b) Las plantas obtienen oxígeno del aire c) Las plantas obtienen oxígeno y CO_2 del aire d) Las plantas y los animales obtienen oxígeno y CO_2 del aire e) NS/CN	a=C2 b=C3 c=CC d=C1	C1=No hacen distinción funciones vegetales y animales. C2=No consideran respiración en plantas. C3=No consideran fotosíntesis en plantas. CC=Concepción científica. Las plantas respiran y hacen la fotosíntesis.
2-	E**n la nutrición de las plantas intervienen**: a) Las hojas b) Las raíces y las hojas c) Las raíces, las hojas y las flores d) Las raíces e) NS/NC	a=C1 b=CC c=C3 d=C2	C1=No reconocen la función de las raíces. C2=No reconocen la función de las hojas. C3=Muestran confusión: mencionan también flores. CC=Concepción científica. En la nutrición de las plantas intervienen las hojas y las raíces.
3-	**¿Los animales podrían vivir en un mundo sin plantas? Elige la afirmación más correcta**: a) Los herbívoros no pero los carnívoros sí b) No, ningún animal, porque no podrían alimentarse ni respirar c) No, ningún animal, porque no podrían respirar d) No, ningún animal, porque no podrían alimentarse e) NS/NC	a=C1 b=CC c=C3 d=C2	C1=No reconocen los vegetales como fuente de oxígeno y base de red trófica. C2=No reconocen los vegetales como fuente de oxígeno. C3=No reconocen los vegetales como base de las redes tróficas. CC=Concepción científica. Los vegetales son la principal fuente de oxígeno y la base de todas las redes tróficas.
4-	**Observa el siguiente esquema**  **¿Qué ocurriría si se redujese el número de zorros?** a) Aumentaría el n° de conejos y disminuiría la cantidad d hierba b) Entre otras cosas, aumentaría el número de halcones c) No tiene por qué afectar a otras especies d) Únicamente aumentaría el nº de conejos e) NS/NC	a=C3 b=CC c=C1 d=C2	C1=No reconocen el concepto de cadena trófica. C2=Reconocen solo el concepto de nivel trófico. C3=Reconocen solo el concepto de cadena trófica. CC=Concepción científica. La necesidad de nutrición de todos los organismos conforma cadenas tróficas interconectadas que forman redes tróficas.

Concepto 2: En la nutrición de las plantas intervienen las hojas y las raíces.

Más de la mitad de los estudiantes eligió la concepción científica (Fig. 1b) por lo que la mayoría reconoció el papel de las hojas y de las raíces en la nutrición de las plantas. El porcentaje de estudiantes que eligió la concepción científica de nuevo fue mayor en el caso del Grado de Farmacia (73,47%) que en el caso de estudiantes del Grado de Educación Primaria que cursa-

ron bachillerato científico (56,82%) aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. Además un 27% del alumnado del Grado de Educación Primaria obvió la función de las hojas independientemente del bachillerato cursado. Este hecho sugiere que más de un cuarto del futuro profesorado no tiene en cuenta la incorporación del CO_2 y el O_2 a través de las hojas como elementos imprescindibles de la nutrición vegetal, con lo que mantuvo el error conceptual típico que consiste en pensar que únicamente la absorción a través de las raíces del agua y las sales minerales en participan en el proceso de nutrición de las plantas (tabla 1, C2).

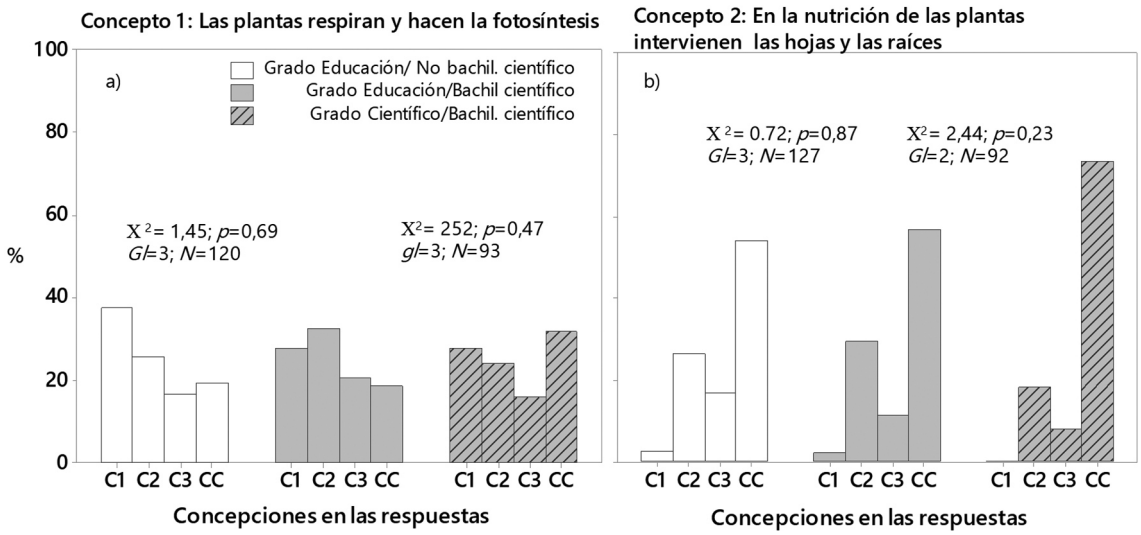


Figura 1. Patrón de distribución de las diferentes concepciones sobre el concepto 1 y 2 de los estudiantes en función del bachillerato cursado y del grado elegido.

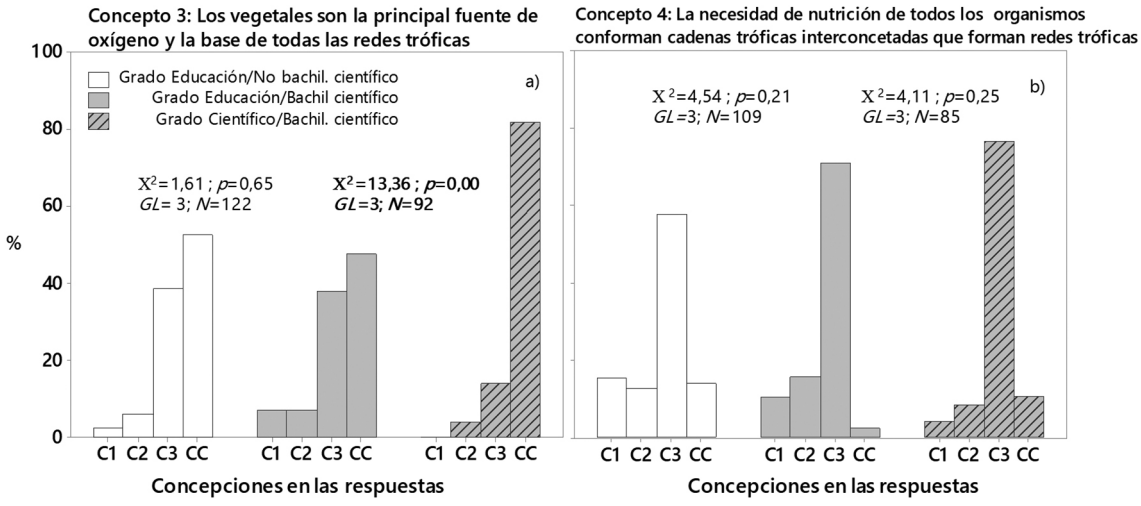


Figura 2. Patrón de distribución de las diferentes concepciones sobre el concepto 2 y 3 de los estudiantes en función del bachillerato cursado y del grado elegido. En negrita se indican los efectos estadísticamente significativos

Concepto 3: Los vegetales son la principal fuente de oxígeno y la base de todas las redes tróficas.

Aunque la mayoría de estudiantes reconoció el papel de las plantas como productoras de oxígeno (concepciones C3 y CC, Fig. 2a) más de un tercio del alumnado del Grado de Educación Primaria (34-37%) y con independencia del bachillerato cursado obvió el papel de las plantas como base de la cadena trófica. En el Grado de Farmacia no sólo hubo un menor porcentaje

que obvió este papel de las plantas (13,5%) sino que el número de alumnos/as que eligió la concepción científica (82 %) fue casi el doble que en el caso del futuro profesorado que también había cursado bachillerato científico (47,62%) (X^2=12,08, *p*=0.001, *GL*=1). Además, el patrón de concepciones en general difirió en función del Grado elegido pero no en función del bachillerato cursado (Fig. 2a).

Concepto 4: La necesidad de nutrición de todos los organismos conforman cadenas tróficas interconectadas que forman redes tróficas.

La mayoría de estudiantes (60-81% según perfiles) reconoció el concepto de cadena trófica (concepción C3 y CC, Fig. 2b) pero no más del 12% de los estudiantes en general consideró además el concepto de red trófica (concepción científica, CC) reflejando un conocimiento más profundo de la realidad de las relaciones ecológicas complejas. Además, en este caso no se observó un efecto significativo del bachillerato cursado o del tipo de Grado elegido en la probabilidad de elegir la concepción científica.

Conclusiones

- Tanto en los estudiantes del Grado de Educación como del Grado científico se mantiene un conocimiento fragmentado en el que conviven ideas preconcebidas con el modelo científico.

- Las principales ideas preconcebidas que se detectaron fueron las siguientes: problemas para distinguir correctamente entre funciones animales y vegetales o bien tendencia a obviar que las plantas también respiran e incorporan O_2 a su metabolismo, no considerar la función de las hojas en la nutrición vegetal, no considerar el papel de los vegetales como base de todas las cadenas tróficas, dificultades para reconocer el concepto de red trófica.

- La formación recibida durante el bachillerato científico por parte de futuros maestros no parece mejorar la comprensión de los conceptos ecológicos estudiados respecto a aquellos que no recibieron dicha formación. Este hecho pone en evidencia la necesidad de implementar cambios metodológicos en la etapa de bachillerato para un aprendizaje más significativo.

- Sorprendentemente, a pesar de haber recibido una formación similar durante el bachillerato científico y ninguna formación universitaria en biología en el momento del estudio, el alumnado del Grado científico estudiado demostró un conocimiento científico más profundo de los conceptos ecológicos estudiados que el alumnado del Grado de Educación Primaria. Ello sugiere que además de la formación pre-universitaria otros factores determinan la comprensión de los conceptos científicos. Una posible explicación podría ser la existencia de un mayor grado de motivación e interés por la ciencia en el alumnado que elige Grados científicos y una consiguiente mayor adquisición de información científica por otras vías diferentes a la educación formal.

- Dada la importancia de la comprensión de conceptos ecológicos para la toma de decisiones frente a los problemas ambientales, se considera imprescindible la mejora de las prácticas docentes del profesorado de los Grados de Educación con el fin de proporcionar una correcta alfabetización ecológica al futuro profesorado y en último término a los/as ciudadano/as del futuro.

Referencias

Allen, M. (2017). Early understandings of simple food chains: A learning progression for the preschool years. *International Journal of Science Education, 39(11),* 1485-1510.

Akçay, S. (2017). Prospective elementary science teachers' understanding of photosynthesis and cellular respiration in the context of multiple biological levels as nested systems. *Journal of Biological Education,51(1),* 52-65.

Ashlie, M.B., Macnall, R y Wymer, C.L. (2012). Energy Flow through an Ecosystem: Conceptions of In-service Elementary and Middle School Teachers. *International Journal of Biology Education, 2(1),* 2-18.

Brown, M.H. y R.S. Schwartz (2009). Connecting Photosynthesis and Cellular Respiration: Preservice Teachers' Conceptions. *Journal of Research in Science Teaching, 46(7),* 791–812.

Cakiroglu, J. y W. J. Boone (2002). Preservice Elementary Teachers' Self-Efficacy Beliefs and Their Conceptions of Photosynthesis and Inheritance. *Journal of Elementary Science Education, 14(1),* 1-14.

Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 24(3),* 401-410.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.

Jordan, R., Grey, S. y Demeter, M. (2009). An Assessment of Students' Understanding of Ecosystem Concepts: Conflating Ecological Systems and Cycles. *Applied Environmental Education and Communication An International Journal, 8,* 40-48.

Leach, J., Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter, *International Journal of Science Education, 18(1)*, 19-34.

Özata, E. y Özkan, M. (2015). Determination of secondary school student's cognitive structure, and misconception in ecological concepts through word association test. *Educational Research and Reviews, 10(5),* 660-674.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*, 4-14.

Thorn, C. J., Bissinger, K., Thorn, S. & F. X. Bogner (2016). Trees Live on Soil and Sunshine! -Coexistence of Scientific and Alternative Conception of Tree Assimilation, *PLOS ONE (11)1,* e0147802. doi:10.1371/journal.pone.0147802.

Webb, P. y G. Boltt (1990). Food chain to food web: a natural progression? *Journal of Biological Education, 24(3),* 187-190.

Diagnóstico del nivel de contenidos científico-tecnológicos del alumnado de 10 a 12 años

Milagros Mateos-Núñez, Guadalupe Martínez-Borreguero y Francisco Luis Naranjo-Correa

Departamento de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura

milagrosmateos@unex.es

Resumen

Instituciones y proyectos nacionales e internacionales resaltan la necesidad de introducir la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) de forma multidisciplinar en las primeras edades escolares, con el fin de promover un interés positivo y vocaciones científico-tecnológicas. El objetivo general del estudio ha sido diagnosticar el nivel de contenidos STEM del alumnado de Educación Primaria. La muestra, compuesta por 216 alumnos de entre 10 y 12 años, fue seleccionada al azar de diferentes centros escolares. El instrumento de medida ha sido un cuestionario cerrado constituido por ítems que relacionan situaciones de la vida diaria con contenidos científico-tecnológicos. Los resultados indican que durante los últimos años de Educación Primaria se produce un descenso académico en relación con contenidos STEM que requiere especial atención por parte de los educadores.

Palabras clave: Competencias STEM; Enseñanza de las ciencias; Educación Primaria; Dominio Cognitivo.

Introducción

El concepto de educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) es considerado por la población como un área de especial relevancia para la sociedad y conlleva un replanteamiento de la educación científica-tecnológica de los estudiantes. Este concepto se comenzó a desarrollar por la *National Science Foundation* en Estados Unidos con la finalidad de mejorar la educación en todas las etapas del sistema educativo (Bybee, 2010; Becker y Park, 2011). Sin embargo, cobra especial relevancia en las primeras etapas de escolarización, dado que es en estas edades donde comienzan a construirse las primeras actitudes y emociones hacia la ciencia (Osborne, Driver y Simon, 1998). Así, en los últimos años se están llevando a cabo investigaciones relacionadas con la educación STEM con el objetivo de identificar el nivel competencial adquirido en cualquier etapa educativa (Mateos, Martínez y Naranjo, 2018). Tradicionalmente se ha considerado la educación secundaria la etapa más apropiada para incentivar vocaciones científicas, por ser el momento en el que empieza a decaer el interés. Sin embargo, algunas investigaciones (Pell y Jarvis, 2001) sugieren que es mucho antes cuando empieza a generarse este declive actitudinal afectando a la dimensión cognitiva. Por otro lado, la escasez de conocimientos STEM por parte de los maestros en formación, y el limitado acceso a experiencias y recursos efectivos para implementar una educación STEM efectiva en las aulas, conlleva la necesidad de realizar un cambio en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias con el objetivo de mejorar la cultura científica-tecnológica en nuestra sociedad (Martínez, Naranjo y Mateos, 2018). Algunos autores (Sanders, 2009) apuntan que es esencial la creación de un

programa que ofrezca a los propios educadores la posibilidad de profundizar en metodologías, el currículo y la investigación de temas diversos de cada una de las enseñanzas STEM, con el propósito de mejorar su desarrollo profesional para guiar a los alumnos en su trabajo hacia el crecimiento científico-tecnológico.

La *National Science Education Standards* (National Research Council, 1996) y la *Organization for Economic Cooperation and Development* (2003), señalan que una persona alfabetizada científicamente ha de poseer la habilidad de usar su conocimiento científico de diferentes áreas para tomar decisiones que puedan cambiar aspectos ambientales, tecnológicos y también de su vida y salud. Cada vez se hace más necesario hacer ver al alumno que la ciencia no es solo información que aprender y mantener a largo plazo, sino una solución a los problemas que puedan presentarse en cualquier momento de nuestra vida.

Metodología

La investigación llevada a cabo sigue un diseño no experimental con carácter cuantitativo. El objetivo general ha sido diagnosticar el nivel de contenidos STEM que posee el alumnado de la etapa primaria durante sus últimos años de escolarización. Este objetivo principal se ha desglosado en:

Objetivo 1: Comprobar si las competencias STEM adquiridas durante la primaria son adecuadas para poder cursar áreas STEM en la etapa secundaria.

Objetivo 2: Comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en función de la variable género.

Objetivo 3: Conocer si existen diferencias estadísticamente significativas en función de la variable edad.

La muestra participante, 216 alumnos con edades comprendidas entre 10 y 12 años, pertenece a diversos centros educativos de nuestra región, y se seleccionó a través de un muestreo probabilístico aleatorio.

Como instrumento de medida se diseñó un cuestionario cerrado de elaboración propia basado en investigaciones previas. El cuestionario estaba formado por 10 ítems, algunos con imágenes aclaratorias para facilitar la comprensión de los enunciados. Fue elaborado a partir de los bloques del currículo de Educación Primaria. Se seleccionaron aquellos relacionados con áreas STEM de la materia de Ciencias de la Naturaleza (Bloque 4, *Materia y energía* y Bloque 5 *Tecnología, objetos y máquinas*). Para elaborar las preguntas se tomaron como referencia libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de diferentes editoriales. Algunas preguntas estaban formuladas de modo teórico-conceptual para saber si realmente el alumnado retiene la información impartida. Otras preguntas se formularon de modo competencial, con el objeto de comprobar la capacidad práctica del alumno en situaciones relacionadas con contextos reales de su vida cotidiana. El cuestionario se evaluó otorgando un punto a las preguntas correctas y un cero a las incorrectas. Se presentan en las figuras 1 y 2 algunas de las preguntas del cuestionario.

1. Cuando montamos en barca, en los remos se produce el efecto palanca pero, ¿realmente existe algún punto de apoyo?

a) El hombre que está de pie es el punto de apoyo.
b) El borde de la barca funciona como punto de apoyo del remo.
c) El peso de todos los hombres actua como apoyo para poder remar.
d) En la palanca producida al remar no existe ningún punto de apoyo

Figura 1. Pregunta 1 del cuestionario

3. Ana ha encontrado un vídeo en internet en el que se ve cómo se hace un experimento con globos. En él, un chico hace lo siguiente:

- **Hincha dos globos y los ata a los extremos de un hilo.**
- **Frota los dos globos con un paño de lana.**
- **Levanta el hilo por el centro, dejando que los dos globos caigan hacia abajo…**

Pero justo en ese momento, el vídeo se corta. ¿Qué crees que sucederá a continuación?

a) Los dos globos se separan porque tienen la misma carga eléctrica
b) Los dos globos se juntan porque tienen la misma carga eléctrica
c) Los dos globos se juntan porque tienen distinta carga eléctrica
d) Los dos globos se separan porque tienen distinta carga eléctrica

Figura 2. Pregunta 3 del cuestionario

Resultados

Los resultados que se presentan en esta comunicación nos acercan hacia el nivel científico-tecnológico adquirido por los estudiantes de primaria como paso previo a la Educación Secundaria, y pretenden hacer reflexionar sobre si las vías de enseñanza escogidas son las más idóneas para potencias aprendizajes STEM significativos en estas edades. La figura 3 muestra el histograma con la distribución de notas obtenidas por los alumnos en el test. En términos generales, las medias globales de las distintas cuestiones para toda la muestra son positivas, aunque se muestran bajos niveles en algunos contenidos concretos.

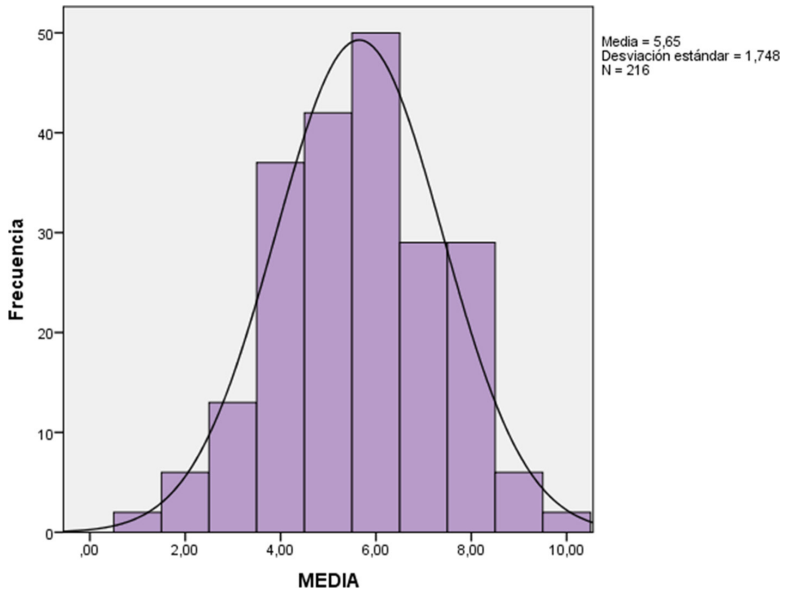


Figura 3. Histograma de distribución de calificaciones y curva de distribución normal superpuesta.

A pesar de haberse obtenido una media general aprobada de 5,65 puntos (desviación estándar de 1,748) se asume que un porcentaje considerable de alumnos siguen mostrando dificultad a la hora de recordar contenidos científico-tecnológicos a pesar de haber sido tratados reiteradamente a lo largo de su etapa escolar. Posteriormente se hizo un análisis por pregunta para analizar las respuestas obtenidas en cada una de ellas. La tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos extraídos en cada pregunta y el porcentaje de aciertos y errores obtenidos en cada caso. Las cuestiones con mejores notas (preguntas 5, 6 y 9) hacen alusión a contenidos de fuerza y energía.

Los estudiantes participantes parecen no haber tenido problemas a la hora de asimilar este tipo de contenidos. Estas preguntas estaban formuladas de manera competencial, situando al alumno una situación real que puede haber experimentado, por lo que también ha podido ser

una variable influyente en los buenos resultados promedios obtenidos en estas cuestiones. Del mismo modo, en otras preguntas formuladas en términos competenciales como la pregunta 7 sobre electricidad, se obtiene una calificación promedio aceptable, de 5,55 puntos. Por otro lado, hay cuestiones con puntuaciones promedios bajas como son las preguntas 3, 8 y 10. Estas preguntas hacen alusión a conceptos científico-tecnológicos más específicos, correspondientes al bloque 5 del currículo de primaria de tecnología, objetos y máquinas, como son los engranajes o el electroimán. Los resultados promedios de estas preguntas parecen indicar que el nivel alcanzado no es el adecuado, a pesar de que el alumno ya ha recibido a lo largo de su etapa escolar una formación formal sobre estos contenidos. El motivo de ello puede ser la falta de experiencias prácticas en el aula que ayuden a interiorizar los conceptos para su posterior aplicación en la vida real y a realizar un aprendizaje significativo de los mismos.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las preguntas del test

	Media	Error estándar de la media	Desviación estándar	% Incorrecto	% Correcto
P1	6,62	0,322	0,474	33,8	66,2
P2	4,63	0,34	0,499	53,7	46,3
P3	3,241	0,319	0,469	67,6	32,4
P4	5,37	0,34	0,499	46,3	53,7
P5	9,537	0,143	0,210	4,6	95,4
P6	7,315	0,302	0,444	26,9	73,1
P7	5,556	0,338	0,498	44,4	55,6
P8	2,176	0,281	0,413	78,2	21,8
P9	8,102	0,267	0,393	19	81
P10	3,935	0,333	0,489	60,6	39,4

Con el propósito de comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en función de la variable género (Objetivo 2 planteado), se hizo un análisis estadístico inferencial. La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de cada género y la tabla 3 la prueba T de Student para muestras independientes.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos obtenidos por género

SEXO	N	Media	Desviación estándar	Error Típico
Hombre	102	5,823	1,798	0,178
Mujer	113	5,504	1,696	0,159

Tabla 3. Prueba T de Student. Variable género

Variable Género	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Calificación Promedio	1,338	213	0,182	0,319	0,238	-0,150	0,789

Como se observa en la tabla 2, aunque la puntuación media de los chicos en ligeramente superior al de las chicas, sin embargo, la diferencia no es relevante, obteniéndose en la prueba T de Student un valor de significatividad Sig. > 0,05. Estos resultados nos permiten indicar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre sexos en estas áreas de conocimiento en los últimos niveles de Primaria.

Para comprobar la existencia de diferencias significativas entre las edades de los alumnos que participaron en el estudio (Objetivo 3 planteado), se presentan los resultados estadísticos para la variable edad del alumnado. La tabla 3 muestra el ANOVA realizado. Los resultados muestran homogeneidad en todos los cursos en relación al nivel STEM adquirido. Se asume por lo tanto que no existen diferencias estadísticamente significativas en función de la edad puesto que la significatividad obtenida ha sido Sig. = 0,264.

Tabla 4. ANOVA. Variable edad del alumnado

Variable: Edad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16,018	4	4,004	1,318	0,264
Dentro de grupos	641,242	211	3,039		
Total	657,259	215			

Discusión y conclusiones

Los resultados extraídos del cuestionario realizado por los alumnos de primaria aportan una visión general de lo que probablemente empiece a suceder en etapas posteriores, un declive no solo actitudinal hacia las ciencias si no también cognitivo y competencial (Hidalgo, Maroto y Palacios, 2004). Por tanto, consideramos que es necesario comenzar a detectar las carencias científico-tecnológicas del alumnado de las diferentes etapas educativas con el fin de promover acciones y llevar a cabo intervenciones en el aula de ciencias que mejoren la adquisición cognitiva y competencial de contenidos en áreas STEM.

Coincidimos con Pozo y Gómez (1998) en que los estudiantes fracasan en aprender significativamente los contenidos teóricos de ciencias debido a la dificultad que puede suponer el aprendizaje científico en términos conceptuales. En esta línea concluimos que dejar de lado los aspectos más teóricos de las ciencias y usar estrategias didácticas adecuadas puede suponer una mejora en el progreso académico escolar de los estudiantes. Además, las vías de enseñanza innovadoras y atractivas proporcionarán a los alumnos la posibilidad de disfrutar de la ciencia al relacionarla con situaciones de su día a día. Así, se están empezando a desarrollar talleres STEM en contextos formales para mejorar las competencias en estas áreas tanto de maestros en formación como del alumnado de Educación Primaria (Martínez, Naranjo y Mateos, 2018)

Tal y como señalan diversos autores en sus respectivas investigaciones (Murphy y Beggs, 2003; George, 2000; Gibson y Chase, 2002) con el tiempo, la curiosidad e interés que tienen los niños hacia la ciencia durante la etapa primaria comienza a transformarse en desinterés, aburrimiento y experiencias de fracaso escolar, siendo esta depresión es más intensa en las chicas. Estamos de acuerdo en que este descenso académico y desprecio hacia las ciencias tiene lugar a edades superiores, sin embargo, los resultados de esta investigación muestran que las diferencias cognitivas ente sexos en relación a las ciencias y en concreto hacia las competencias STEM son realmente escasas y no significativas (Mateos, Martínez y Naranjo, 2018). Por otro lado, concluimos también en que no existe una clara progresión en el aprendizaje conceptual entre edades como consecuencia de la enseñanza recibida, solo una ligera mejoría a los 11 años con respecto los 10 en relación con las definiciones de algunos conceptos teóricos. Finalmente, no queremos dejar de resaltar el papel del docente en el fomento de vocaciones científicas desde las primeras

edades con el fin de desarrollar personas competentes en el ámbito científico-tecnológico independientemente de las futuras preferencias académicas que se tengan.

Agradecimientos

Proyecto de Investigación IB16068 (Junta de Extremadura / Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y EDU2016-77007-R (Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional)

Referencias

Becker, K., & Park, K. (2011). Integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, *12*, 23-37.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. T*echnology and Engineering Teacher, 70*(1), 30-35.

George, R. (2000). Measuring change in students' attitudes toward science over time: an application of latent variable growth modeling. *Journal of Science Education and Technology*, *9*(3), 213-225.

Gibson, H. L. y Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education, 86*(5), 693-705.

Hidalgo, S., Maroto, A. y Palacios, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación,* 334, 75-95.

Martínez, G., Naranjo, F.L. y Mateos, M. (2018). *Design and development of STEM workshops to improve scientific/technological literacy in primary education*. IATED: INTED2018 Proceedings, (in press).

Mateos, M., Martínez, G. y Naranjo, F.L. (2018). *Diagnosis of stem knowledge in primary education students.* IATED: INTED2018 Proceedings, (in press).

Murphy, C. y Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. School Science Review, *84*(308), 109-116.

National Research Council. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.

Organization for Economic Cooperation and Development. (2003). *Scientific literacy: The PISA 2003 assessment framework*. Paris.

Osborne, J., Driver, R., y Simon, S. (1998). Attitudes to science: Issues and concerns. *School Science Review, 79*, 27–33.

Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847-862.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata/MEC.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher, 68*(4), 20-26.

Revisión bibliográfica de investigaciones en el dominio de las concepciones básicas sobre la materia

Vanessa Sesto

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidade de Santiago de Compostela

vanessa.sesto@usc.es

Resumen:

En este trabajo se presenta una revisión sistemática de la literatura acerca de las concepciones básicas de los estudiantes en el dominio de la materia y sus transformaciones. La metodología aplicada consistió en la búsqueda de palabas clave en las bases de datos ERIC, SCOPUS, Web of Science y Dialnet, la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, y la extracción de datos. Como resultado de este proceso, se han identificado y analizado 185 estudios. La mayoría de estas investigaciones se enfocan en dos o más aspectos de la materia y se desarrollan en un nivel educativo concreto. Gran parte de las concepciones alternativas encontradas en estos estudios proceden de una escasa comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia, la cual mejora ante la implementación en el aula de actividades de indagación o modelización.

Palabras clave: Revisión sistemática; materia; enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Introducción

Entre los principales propósitos de una revisión de la literatura figura el poder obtener una panorámica general de los resultados más relevantes de la investigación en un determinado dominio, de manera que los investigadores del área puedan tener un marco de referencia en base al que planificar futuros estudios.

En líneas generales, las revisiones bibliográficas se pueden clasificar en sistemáticas o narrativas. De acuerdo con Petticrew y Roberts (2006), una revisión sistemática es aquella que permite "identificar, evaluar y sintetizar de forma exhaustiva todos los estudios relevantes sobre un tema determinado" (p. 19). Para esta apreciación crítica de la literatura, la revisión sistemática exige de la aplicación de un algoritmo explícito con el objetivo de minimizar la subjetividad y el sesgo (Crossan y Apaydin, 2010).

La revisión narrativa o tradicional también proporciona una descripción del estado del arte de una determinada cuestión, pero sin señalar las fuentes de información ni los criterios empleados para la selección y evaluación de trabajos, de ahí que produzca revisiones de menor calidad (Crossan y Apaydin, 2010).

En esta comunicación se presenta una revisión sistemática de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de la didáctica de las ciencias acerca de las concepciones básicas y modelos de los estudiantes entorno al concepto de materia y sus transformaciones. Otros autores como Hadenfeldt, Liu y Neumann (2014) también han sistematizado los hallazgos de la investigación en este dominio, pero han limitado esta revisión a artículos publicados en revistas de alto impacto entre 2003 y 2012. La revisión sistemática que aquí se presenta aporta como novedad el no establecer restricciones de esta índole.

Metodología

El protocolo de revisión sistemática adoptado para este trabajo se fundamenta en las recomendaciones de Bennet, Lubben, Hogarth y Campbell (2005). A continuación se describen con más detalle cada una de las etapas del proceso.

Selección de estudios para el análisis

Se efectuó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Web of Science, ERIC, SCOPUS y Dialnet, las cuales incluyen diferentes publicaciones del ámbito educativo a las que se les exige cumplir unos criterios mínimos de calidad. La utilización de un proceso de revisión de doble ciego, en el que dos especialistas anónimos evalúan una publicación, constituye una garantía de que se están cumpliendo las normas básicas de calidad científica (Fox y Diezmann, 2007).

Para la identificación de documentos en estas bases de datos se elaboró una lista de palabras clave, y se construyeron cadenas de búsqueda mediante los operados booleanos AND, OR y NOT. En Web of Science, ERIC y SCOPUS se utilizaron las siguientes palabras clave, traducidas también al español para la extracción de publicaciones en Dialnet: science education/ chemistry/ matter/ transformation of matter/ chemical change/ chemical reaction/ physical change/ combustion/ burning/ evaporation/ condensation/ student/ ideas/ conceptions/ understanding/ models/ ideas.

No se aplicó ningún límite temporal a la búsqueda, siendo contemplados todos los años disponibles en las bases de datos. El criterio de exclusión relativo al idioma ya se aplicó en esta fase de la revisión a través de los filtros de los que disponen las propias bases de datos para refinar los resultados.

Esta búsqueda arrojó un total de 1.180 publicaciones. Tras descartar los documentos duplicados, de esta cantidad inicial permanecieron 1.037 publicaciones.

Definición y aplicación de los criterios de inclusión y exclusión

Esta fase de la revisión consistió en definir una serie de criterios que permitieran decidir qué estudios incluir y cuáles excluir del proceso de revisión (Bennett et al., 2005). Únicamente se sometieron a revisión aquellos estudios que se adecuaron a todos los criterios de inclusión y no cumplieron ninguno de los criterios de exclusión establecidos en el protocolo de revisión (Tranfield, Denyer y Smart, 2003). Después de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión definidos para esta revisión sistemática (Tabla 1), de las 1.037 publicaciones, permanecieron 185 estudios y se descartaron 852.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión aplicados en la selección de estudios

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
• Documentos publicados en español, portugués e inglés. • Estudios vinculados al ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. • Publicaciones en las que se estudie la comprensión de los estudiantes acerca de la materia y sus transformaciones.	• Estudios que consistan únicamente en propuestas didácticas, diseños y validaciones de instrumentos de recogida de datos, o análisis de materiales de instrucción. • Publicaciones en las que solamente se estudie la comprensión de los estudiantes acerca de aspectos más sofisticados de la materia como los enlaces químicos o la energía de reacciones químicas.

Para dar fiabilidad a la revisión asegurando que los criterios de inclusión y exclusión se aplican de manera sistemática, Bennett et al. (2005) sugieren que el cribado de un 5% de los estudios sea realizado por dos o más investigadores de modo independiente, midiendo el grado de acuerdo

alcanzado mediante el cálculo del coeficiente de kappa de Cohen (κ). Si existe pleno acuerdo entre los evaluadores, κ=1. Cuando el acuerdo se debe puramente al azar, κ=0. En esta revisión dos investigadores cribaron de manera independiente 30 publicaciones extraídas aleatoriamente de la muestra total. El coeficiente de kappa de Cohen calculado fue de 0,78, por lo que el grado de acuerdo se considera excelente.

Extracción de datos

Esta fase consistió en la extracción de los datos más relevantes de las 185 publicaciones seleccionadas para producir un registro sistemático que facilitara la comparación de estudios y la obtención de conclusiones (Bennet et al., 2005). Entre las dimensiones analizadas figuraron los participantes, los métodos de recogida y análisis de datos, así como los principales resultados y conclusiones. Además, de forma semejante a Hadenfeldt et al. (2014), para cada estudio se especificaron los aspectos de la materia abordados, según hicieran referencia a cambios físicos, cambios químicos, estructura y composición de la materia y/o principio de conservación.

Todo el proceso descrito anteriormente se resume a grandes rasgos en la Figura 1.

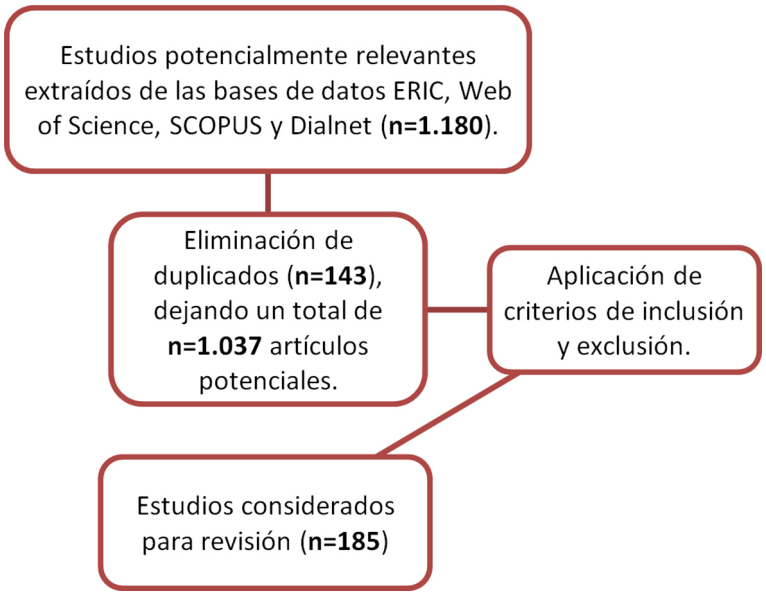


Figura 1. Resumen del proceso de selección de estudios

Resultados

Este proceso arrojó un total de 185 estudios considerados para la revisión. De los estudios sometidos a análisis, 113 fueron publicados en los últimos diez años (2007-2017), y 14 estudios son publicaciones muy actuales (2016-17). De los estudios más actuales, 101 figuran indexados en bases de datos internacionales de alto impacto como Web of Science, SCOPUS y ERIC, mientras que nueve se incluyen en bases de datos de medio y bajo impacto como Dialnet. Tres publicaciones forman parte de SCOPUS y Dialnet.

La mayoría de los estudios examinan la comprensión de los estudiantes acerca de al menos dos aspectos fundamentales de la materia. Existen incluso investigaciones como la de Hadenfeldt, Neumann, Bernholt, Liu y Parchmann (2016) en las que se caracteriza de manera simultánea la comprensión de los estudiantes acerca de la estructura y composición de la materia, el principio de conservación, los cambios químicos y los cambios físicos. En la Tabla 2 se resumen las concepciones alternativas más relevantes para cada aspecto de la materia. Muchas de las dificultades

que los estudiantes manifiestan para comprender la materia y sus transformaciones derivan de su limitada comprensión de la naturaleza corpuscular (Kypraios, Papageorgiou y Stamovlasis, 2014).

Tabla 2. Concepciones alternativas más frecuentes identificadas en estudios previos

Estructura y composición	• Las partículas presentan propiedades análogas a las entidades macroscópicas. • Una molécula es una porción de sustancia muy pequeña. • Entre las partículas existe aire u otras sustancias. • Las partículas en el estado sólido permanecen estáticas. • La materia es continua. • El tamaño de las partículas varía durante los cambios de estado y de temperatura.
Principio de conservación	• En las reacciones que intervienen sustancias en estado gaseoso la materia no se conserva. • En una reacción química se conserva tanto la masa total de las sustancias que participan, como el número de átomos y moléculas.
Cambios físicos	• La disolución y los cambios de estado son reacciones químicas. Por ejemplo, la disolución de azúcar en agua se considera como una fusión del soluto. • En un sistema adiabático los líquidos no se evaporan. • Tiene que existir una transferencia de calor desde el ambiente para que un líquido se evapore. Si la temperatura del líquido es superior a la del medio, no se produce evaporación. • El agua líquida que se forma durante la condensación se debe a que el aire o el frío se transmutan en agua, o a que el hielo se funde. • Durante la evaporación de agua, las moléculas se rompen para formar H_2 y O_2. • La evaporación solamente ocurre en sistemas cerrados. • Las burbujas que se forman durante la ebullición contienen aire.
Cambios químicos	• La combustión de una vela es un cambio físico por la fusión de la cera. • Las reacciones químicas siempre son exotérmicas. • No es posible que partiendo de un único reactivo tenga lugar una reacción química. • En una reacción química reversible el cese de cambios a nivel macroscópico se debe a que se agota uno de los reactivos. • El equilibrio químico no es dinámico.

Por otra parte, gran parte de los estudios desarrollados en este dominio se centran en un curso académico concreto. Sin embargo, especialmente en los últimos años, son cada vez más frecuentes los estudios en los que participan estudiantes de diferentes edades y niveles educativos. Existe algún estudio longitudinal como el de Löfgren y Helldén (2008), en el que se hizo un seguimiento de 25 estudiantes desde los siete hasta los trece años de edad, con el objetivo de investigar cómo evolucionaba su comprensión acerca de fenómenos en los que la materia se transforma. Estos autores identificaron para cada uno de los fenómenos investigados una ruta de aprendizaje diferente. En el caso de la combustión de una vela, las explicaciones de los estudiantes experimentaron la siguiente progresión: (1) la cera se funde; (2) la cera pasa al aire como

humo, gas o vapor; y (3) la cera se transforma en otra sustancia (Löfgren y Helldén, 2008). Otros estudios como el de Cokelez, Dumon y Taber (2008) son de corte transversal. Estos autores desarrollaron un estudio en el que participaron estudiantes de los tres últimos cursos de Educación Primaria con el objetivo de conocer cómo interpretan los cambios químicos desde una perspectiva corpuscular de la materia. Cokelez et al. (2008) encontraron que, con independencia del nivel educativo, una concepción alternativa relativamente frecuente es que un cambio químico no supone una ruptura de enlaces intramoleculares.

Conclusiones

Son numerosos los estudios en los que se caracteriza la comprensión de los estudiantes acerca de la materia y sus transformaciones. Durante esta revisión sistemática de la literatura se han identificado 185 estudios potencialmente relevantes en este dominio. La mayoría se enfocan en un nivel educativo específico, aunque son cada vez más los que exploran la comprensión de los estudiantes en rasgos más amplios de edad con la intención de definir rutas o progresiones de aprendizaje.

En los distintos estudios se han identificado concepciones alternativas recurrentes, muchas de las cuales son consecuencia de las dificultades de los estudiantes para interpretar los fenómenos en los que la materia se transforma en términos de partículas (Kypraios et al, 2014). Así, en los últimos años se han publicado numerosos estudios en los que se evalúa la eficacia de determinados recursos para mejorar la comprensión de los estudiantes acerca de la naturaleza corpuscular de la materia (p. ej. Baek y Schwarz, 2015), encontrándose que las estrategias de enseñanza basadas en la modelización y la indagación, y la utilización de recursos visuales multimedia ayudan a que los estudiantes apliquen los esquemas de representación microscópicos cuando interpretan fenómenos de naturaleza química.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias bibliográficas

Baek, H. y Schwarz, C. V. (2015). The influence of curriculum, instruction, technology, and social interactions on two fifth-grade students' epistemologies in modeling throughout a model-based curriculum unit. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(2-3), 216-233. DOI: https://doi.org/10.1007/s10956-014-9532-6

Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S. y Campbell, B. (2005). Systematic reviews of research in science education: Rigour or rigidity? *International Journal of Science Education*, *27*(4), 387-406. DOI: https://doi.org/10.1080/0950069042000323719

Cokelez, A., Dumon, A. y Taber, K. S. (2008). Upper secondary French students, chemical transformations and the "Register of models": A cross-sectional study. *International Journal of Science Education*, *30*(6), 807-836. DOI: https://doi.org/10.1080/09500690701308458

Crossan, M. M. y Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of management studies*, *47*(6), 1154-1191. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x

Fox, J. L. y Diezmann, C. M. (2007). What counts in research? A survey of early years' mathematical research, 2000–2005. *Contemporary Issues in Early Childhood*, *8*(4), 301-312.

Hadenfeldt, J. C., Liu, X. y Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: A review of previous research. *Studies in Science Education*, *50*(2), 181-208. DOI: https://doi.org/10.1080/03057267.2014.945829

Hadenfeldt, J. C., Neumann, K., Bernholt, S., Liu, X. y Parchmann, I. (2016). Students' progression in understanding the matter concept. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(5), 683-708. DOI: https://doi.org/10.1002/tea.21312

Kypraios, N., Papageorgiou, G. y Stamovlasis, D. (2014). The role of some individual differences in understanding chemical changes: A study in secondary education. International Journal of Environmental and Science Education, 9(4), 413-427.

Löfgren, L. y Helldén, G. (2008). Following young students' understanding of three phenomena in which transformations of matter occur. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*(3), 481-504.

Petticrew, M. y Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Oxford: Blackwell Publising.

Tranfield, D., Denyer, D. y Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, *14*(3), 207-222. DOI: https://doi.org/ 10.1111/1467-8551.00375

Estudio de la percepción de las especies vegetales exóticas invasoras en alumnado de 1º de la ESO

José Joaquín Ramos Miras[1], Jerónimo Torres Porras[1], Jorge Alcántara Manzanares[1], Francisca Castro Notario[1] e Isabel Ruiz Sánchez[2].

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Córdoba.
[2] Departamento Ciencias Naturales. IES Puerta del Mar, Almuñecar

jjramos@uco.es

Resumen

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad son las invasiones biológicas causadas por la introducción de especies exóticas. Las plantas son las especies exóticas que menos llaman la atención. Este trabajo se centra en determinar si el alumnado es consciente de este problema ambiental. Para ello se ha seleccionado el entorno de la costa de Granada, ya que los ambientes costeros mediterráneos están sujetos a una fuerte presión sobre las comunidades vegetales costeras. Se ha trabajado con alumnado de la asignatura de Biología de 1º de la ESO. Los resultados indican que el alumnado no distingue adecuadamente entre flora autóctona y exótica, además atribuye el carácter de flora autóctona a especies vegetales con las que está más familiarizado, aunque sean exóticas, lo que pone de manifiesto el gran desconocimiento de esta cuestión por parte del alumnado y la necesidad de trabajarlo.

Palabras clave: biodiversidad; especies exóticas, especies invasoras, educación.

Introducción

No existe una definición precisa de biodiversidad, son muchas y variadas las que existen en la actualidad. La introducción y naturalización de especies no autóctonas puede ocasionar, en muchos casos, la alteración de los ecosistemas, pudiendo provocar la disminución o incluso la desaparición de especies nativas, lo que puede llevar a la pérdida de la biodiversidad (Capdevilla-Argüelles, 2006). El mantenimiento de la biodiversidad resulta esencial para el desarrollo de la especie humana, aunque la respuesta de las personas a esta disminución de la biodiversidad, entendida como la extinción de especies a nivel local o regional, y su apoyo a las medidas de conservación dependerán de su conocimiento sobre la mismas, y su conciencia sobre el peligro que supone la extinción de especies (Lindemann-Matthies y Bose, 2008).

Las especies exóticas, alóctonas o no autóctonas, en contraposición a las especies nativas o autóctonas, son especies que no son originarias del área geográfica y proceden de otras zonas. Esto ocurre en la mayoría de los casos por la acción humana, ya sea de forma consciente o accidental. En la actualidad, el número de especies que se trasladan de forma accidental o voluntaria es enorme, aumentando así la probabilidad de que algunas de estas especies exóticas puedan llegar a naturalizarse en un nuevo territorio, dispersarse, y pueden terminar considerándose especies invasoras (Capdevila-Argüelles et al., 2013). Muchas especies exóticas introducidas son beneficiosas para el ser humano, generalmente se trata de especies cultivadas y no presentan

riesgos de invasión asociados. Sin embargo, otras, pueden o podrían convertirse en invasoras en condiciones favorables (Capdevila-Argüelles et al., 2013). Las especies invasoras pueden llegar a ocasionar impactos negativos en la biodiversidad, además también desde el punto de vista económico y sanitario (Zilleti y Capdevilla-Argüelles, 2003). Aunque existen especies invasoras en todos los grupos de seres vivos, las menos conocidas son las invasiones ocasionadas por plantas, debido a que se producen de una manera más lenta y menos visible inicialmente (Rodríguez de los Santos, 2005).

Dentro del currículo de ESO, el estudio de la biodiversidad se engloba en el primer curso, en la asignatura de Biología y Geología dentro del bloque 3 de contenidos "la biodiversidad en la Tierra", uno de cuyos criterios de evaluación es valorar la importancia de Andalucía como una de las regiones de mayor biodiversidad de Europa. La valoración del patrimonio natural autóctono y las invasiones biológicas que pueden alterarlo son temas de gran interés y existen diversas experiencias educativas que abordan esta temática (Baranzelli et al., 2014). Por tanto, desde esta perspectiva consideramos que la biodiversidad es un concepto fundamental en secundaria. Por otro lado, González-García y Salinas-Hernández (2004) mostraron que el conocimiento y las concepciones sobre biodiversidad en los alumnos de secundaria eran relativamente escasos, con solo un bajo porcentaje que relacionaba la pérdida de la biodiversidad con la entrada de especies exóticas en el ecosistema.

Con el presente trabajo estudiamos la percepción que el alumnado de primero de ESO tiene de las especies vegetales exóticas invasoras de su entorno más cercano, ya que según Sanmartí et al. (2011), el trabajar con elementos de su entorno cercano permite despertar el interés del alumnado y fomentar su motivación. Algo similar afirman Furman y de Podestá (2010), que añaden que las experiencias educativas que se vinculan con la naturaleza despiertan el deseo de conocer y comprender cómo funciona el mundo natural. Así mismo, y como primer paso para una educación en biodiversidad, es recomendable conocer las ideas de los estudiantes sobre esta temática (González-García y Salinas-Hernández, 2004).

Metodología

Para llevar a cabo el objetivo propuesto se trabajó con 145 alumnos y alumnas de Biología de primero de ESO del IES Puerta del Mar de Almuñecar. Para la realización de la experiencia, en primer lugar se les realizaron dos preguntas: "¿Qué crees que es una planta o vegetal nativo o autóctono? y ¿Qué piensas que es una especie vegetal exótica o foránea?, para que respondieran de manera abierta sobre conceptos o ideas de especie autóctona/nativa y exótica/foránea. Posteriormente se realizó una intervención didáctica "¿qué es una especie exótica/invasora?", de 20 minutos, en la cual se mostraban las definiciones de especies exóticas e invasoras y su problemática ambiental.

Se seleccionaron 30 especies vegetales, 15 autóctonas y 15 exóticas, seleccionadas debido a que se pueden encontrar con relativa facilidad en la zona, además de que no existieran otras especies vegetales similares que podrían inducir a error en el alumnado. Estas plantas fueron fotografiadas para su reconocimiento elaborándose una presentación en PowerPoint para ser mostrada al alumnado en pantalla sin especificar si eran autóctonas o exóticas. Se eligió este área y su entorno ya que son sobre todo en ambientes costeros mediterráneos donde la aparición de especies invasoras acarrea impactos muy negativos sobre la biodiversidad de estos ecosistemas (Jucker et al., 2013), ya que constituyen uno de los que más biodiversidad albergan (Mittermeier et al., 2005; Blondel & Médail, 2009).

A continuación, se realizó un cuestionario sencillo en el que aparecía el nombre de la planta, junto con unas casillas para que el alumnado indicara si reconocía a dicha planta y si se trata de una especie autóctona o exótica.

Esta actividad se articula con otras intervenciones didácticas a realizar a posteriori. En la primera de ellas se les devuelve el test al alumnado, se les vuelve a mostrar la presentación de PowerPoint indicándoles qué especies de plantas son autóctonas y cuáles son exóticas y una última actividad que consiste en una salida al campo a observar la flora trabajada (autóctona y exótica) describiendo sus características y su rol en el ecosistema costero.

Resultados y discusión

En relación a las dos cuestiones previas (qué es una especie autóctona y qué es exótica) que se les planteó al alumnado, solo el 40 % contestó correctamente a la primera cuestión con respuestas como: "Que desde siempre ha sido de esa zona", "que procede de este país o esta zona", "una planta originaria de un lugar" ó "son las típicas de una región, están adaptadas a las condiciones del lugar y se encuentran en equilibrio dentro del ecosistema". Respecto a la segunda cuestión solo un 30 % la respondió acertadamente, con contestaciones como: "Planta que no procede de esta zona", "especies que se adaptan a vivir en un sitio y vienen de fuera " ó "es una planta la cual viene de un sitio distinto y está en un lugar del cual no es original" . Por último señalar el hecho que hasta un 20 % no contestó a ninguna de las dos cuestiones. Con lo que podemos indicar que entre el 60-70 % del alumnado no tienen claros los conceptos de planta autóctona/nativa y planta exótica.

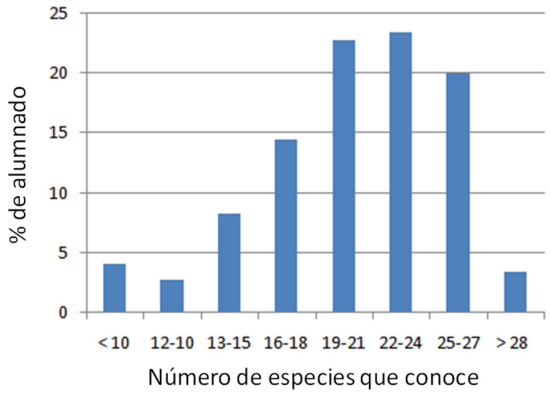


Figura 1: Distribución de frecuencias de especies vegetales que conoce el alumnado

En relación a las especies vegetales sobre las que se les pregunta, la media de especies que dicen conocer es de 20 (de un máximo de 30). En la figura 1 se puede ver la distribución de frecuencias de las especies que afirman conocer; como se puede observar la mayoría del alumnado afirma reconocer entre 19 y 24 especies.

Si analizamos los resultados del test realizado al alumnado de 1º de la ESO, se puede observar que los alumnos y alumnas tienen un promedio de acierto en torno al 45 %, destacando el hecho que el porcentaje de acierto de las especies autóctonas (51,5 %) es ligeramente superior al porcentaje de acierto de especies exóticas (40 %). Estos resultados indican que pese a que el alumnado afirma conocer bastantes de las especies vegetales incluidas en el test, no son capaces de distinguir correctamente qué especies son autóctonas y cuales exóticas.

Si analizamos los resultados especie a especie y los comparamos con el porcentaje de acierto en el test (figura 2), podemos observar que las más conocidas por el alumnado, con más de un 89 % de reconocimiento, son plantas exóticas, como la chumbera (*Opuntia ficus-indica*), la caña (*Arundo donax*), el eucalipto (*Eucalyptus* sps.), ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), el ficus (*Ficus* sps.) y el chirimoyo (*Annona cherimola*), plantas por otro lado muy abundantes en el pueblo y sus cercanías. Este hecho contrasta con los bajos niveles de su adecuada clasificación como especies

exóticas, de hecho salvo para el eucalipto y la palmera datilera, que rondan el 49 % de correcta clasificación como especie exótica, el resto de especies no superan el 35 %. Además destaca que algunas de estas especies son consideradas como especies invasoras (RD. 630/2013). Por otro lado, la especie autóctona más reconocida es el esparto (*Stipa tenacissima*) y el palmito (*Chamaerops humilis*), ambos con un 90 %, aproximadamente, del alumnado que dice conocerla y en este caso el porcentaje de acierto se eleva hasta el 70 %.

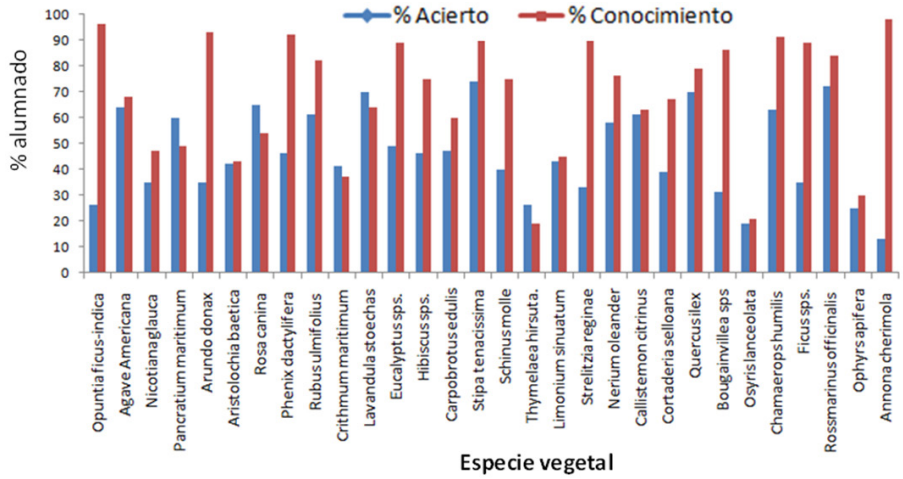


Figura 2: Distribución de aciertos en la clasificación de la planta (exótica o nativa) en azul y conocimiento de especies vegetales, en rojo, por parte del alumnado.

A la vista de los resultados anteriores, en el que se observan bajos porcentajes de clasificación de las plantas más cercanas al entorno inmediato de los alumnos, analizamos la relación entre especies que conocían y su consideración como exóticas o autóctonas. En la figura 3 se puede observar gráficamente esta comparativa, en la que podemos inferir que los alumnos consideran un 66 % de las especies de plantas que conocen como plantas autóctonas, lo sean en la realidad o no lo sean, y de hasta un 71 % de las especies que dicen no conocer las consideran como especies exóticas.

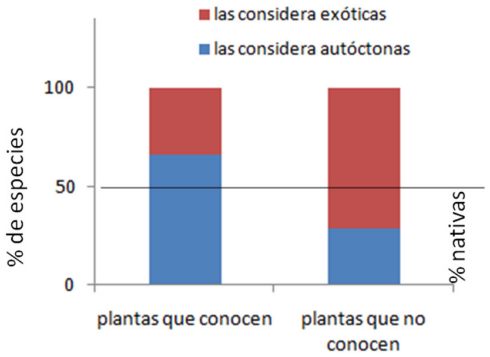


Figura 3: Relación de especies que el alumnado dice conocer y no conocer y su consideración por parte de los mismos como exótica o nativa (la línea negra indica el porcentaje real de nativas y exóticas).

Lo que nos lleva a la consideración de que el alumnado asimila las plantas que conoce como autóctonas y las que no conoce como exóticas, lo que está en la línea de lo aportado por Lindemann-Mathiess (2005), esto es, que se pueden distinguir especies exóticas si se las conoce. Esto supondría un reto de futuro en la educación de la biodiversidad, ya que según Balmford

et al. (2002) las personas solo se preocupan por lo que conocen, lo que implicaría un problema para la conservación de la biodiversidad a corto plazo si no somos capaces de transmitir esta información de manera adecuada al alumnado.

Conclusiones

A la vista de los resultados de esta investigación podemos concluir que el alumnado de 1º de ESO objeto de estudio, no conoce correctamente los términos especie vegetal exótica o nativa, ni su importancia en la conservación de la biodiversidad. Por otro lado tienden a considerar a las especies vegetales que conocen como autóctonas y las que no conocen como exóticas. Esto implica la necesidad de que el alumnado sea capaz de identificar las especies vegetales del entorno, conocer su procedencia y su papel dentro del ecosistema de cara a la conservación de la biodiversidad.

Bibliografia

Allen, M. S.; Matisso-Smith, E. y Horsbourgh. A. (2001). Pacific "Babes": issues in the origins and dispersals of Pacific pigs and the potentials of mitochondrial DNA Analysis. *International Journal of Osteoarchaeology*, *11*, 4-13.

Baranzelli, M. C.; Córdoba, S.; Ferreiro, G.; Glinos, E.; Maubecin, C.; Paiaro, V. y Renny, M. (2014). ¿Quién vive ahí?: sobre árboles nativos y exóticos. Una propuesta didáctica para conocer la importancia ecológica del bosque nativo y la problemática de las invasiones biológicas. *Revista de Educación en Biología 18*(1), 50-64.

Blondel, J. y Médail, F. (2009) Biodiversity and conservation. En J.C. Woodward (Ed.), *The physical geography of the Mediterranean* (pp. 615–650). Oxford: Oxford University Press.

Capdevila-Argüelles, L.; Zilletti, B. y Suárez Álvarez. V. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. Memorias *Real Sociedad Española de Historia Natural*, *10*, 55-75.

Capdevila Argüelles L., A. Iglesias García, J.F. Orueta y B. Zilletti. (2006). "*Especies Exóticas Invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y manejo*". Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

Furman, M. y de Podestá, M. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique.

González García, F. y Salinas Hernández, I. (2004). Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, *17*, 177-188.

Hurles, M. E.; Matisso-Smith, E.; Gray, R. D. y Penny, D. (2003). Untangling Oceanic settlement: the edge of the knowable. *Trends in Ecology and Evolution*, *18* (10): 531-540.

Jucker, T.; Carboni, M. y Acosta, A. (2013). Going beyond taxonomic diversity: Deconstructing biodiversity patterns reveals the true cost of iceplant invasion. *Diversity and Distributions*, *19*(12), 1566–1577.

Lindemann-Matthies, P. y Bose, E. (2008). How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology, 36*, 731-742.

Lindemann-Matthies, P. (2005). "Loveable" Mammals and "Lifeless" Plants: How Children's Interest in Common Local Organisms can be Enhanced Through Observation of Nature. *International Journal of Science Education, 27*, 655–677

Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux J., Da Fonseca, G.A.B. (2005). *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Chicago: University of Chicago Press.

Rodríguez de los Santos, M. (2005). *Especies vegetales invasoras en Andalucía*. Sevilla: Consejería Medio Ambiente.

Sanmartí, N.; Burgoa, B. y Nuño T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, *67*, 62-69.

Concepciones de los maestros en formación inicial sobre la investigación científica: una experiencia práctica

Soraya Hamed Al-Lal, Fátima Rodríguez-Marín, Isabel Escrivà Colomar y Ana Rivero García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

sha@us.es

Resumen

En el siguiente estudio se presenta el análisis de las concepciones de 40 futuros maestros cuando se les plantea un caso práctico relacionado con las propiedades térmicas de los materiales. Dicho caso está propuesto como una actividad experimental en la cual los estudiantes deben desarrollar y reflexionar sobre las estrategias propias de los procesos de investigación científica. Para ello, se les induce que expliciten: 1. La hipótesis de la que parten para dar respuesta al problema predeterminado, 2. El diseño experimental para abordarlo, 3. Los resultados y 4. Las conclusiones obtenidas. Los resultados indican la existencia de dos tendencias, una mayoritaria relacionada con un pensamiento de sentido común y otra más contra-intuitiva y científica para explicar los fenómenos naturales.

Palabras clave: formación inicial del profesorado, concepciones científicas, investigación científica

Introducción

Las reformas actuales de la educación científica enfatizan la importancia de desarrollar una comprensión informada sobre la Ciencia, su naturaleza y los procesos que la generan (es decir, la investigación científica) como elementos fundamentales para la alfabetización científica de la ciudadanía (AAAS, 1993; National Research Council –NRC-, 1996; Rocard et al., 2007). Pues, entender su naturaleza y los métodos que la genera son esenciales para tomar decisiones científicas adecuadas en el ámbito social y personal (Lederman, Lederman, & Antink, 2013).

Dichos autores sugieren la relevancia de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) y la Investigación Científica (SI) como elementos que están relacionados e interactúan de manera importante. Centrándonos en la investigación científica, se sabe que los estudiantes y los profesores de ciencias no tienen un conocimiento sofisticado sobre la naturaleza de dicha práctica (Schwartz et al., 2002; Lederman & Lederman, 2004; Lederman, Lederman, & Antink, 2013). Una de las razones se debe a la visión distorsionada que se tiene sobre la misma (Ledermam, 2007). Los motivos pueden ser diversos (la información aportada por los medios de comunicación, la educación recibida, entre otros). Además, existen muy pocos estudios que evalúen sistemáticamente las concepciones sobre este componente (Capps, Crawford y Costas, 2012).

El estudio que presentamos se desarrolla en el contexto de un curso de formación de maestros para aprender a enseñar ciencias, cuyo referente didáctico es la investigación escolar (Porlán et al., 2010; Rivero et al., 2017) y está basado en la investigación de problemas profesionales fundamentales (Qué es la Ciencia, cuál es su naturaleza, cómo se construye el conocimiento científico, qué Ciencia enseñar, cómo hacerlo, etc.). En esta línea, hemos seleccionado una activi-

dad que ha sido utilizada y detallada por algunos autores (Ariza, Aguirre, Quesada, Abril y García, 2016a) para el estudio de las propiedades térmicas de determinados materiales. En nuestro caso, pretendemos examinar las concepciones que tienen los futuros maestros de ciencias para desarrollar estrategias formativas adecuadas y ajustadas a las características de dichas concepciones. Con ese fin, hemos considerado como marco de referencia las reformas curriculares e investigaciones actuales (Rocard et al., 2007; Lederman et al., 2014; Schwartz; Ariza, Aguirre, Quesada, Abril y García, 2016a).

Metodología

El estudio se desarrolla durante el curso 2017-18 en una clase correspondiente al 2º curso de Grado de Educación Primaria en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Sevilla. Se trata de un grupo de 40 estudiantes cuya edad media está en los 20 años, aunque el rango oscila entre los 18 y 37 años. La mayoría de los estudiantes son mujeres (62,5% de la clase). Se agruparon en grupos de trabajo de entre 3 y 5 participantes cada uno para poder abordar el caso. Para el estudio, se ha realizado una investigación cualitativa enmarcada en un paradigma descriptivo e interpretativo (Creswell, 2013) para examinar la comprensión de los futuros maestros de ciencias de la Universidad de Sevilla.

En relación con el instrumento de recogida y análisis de la información utilizamos el caso práctico siguiente: *Tras un accidente aéreo hemos efectuado un aterrizaje de emergencia en el desierto del Sahara y las azafatas nos comentan que en el avión se transportaban unas medicinas muy valiosas e importantes que hay que proteger a toda costa mientras esperamos el rescate. Para ello disponemos de trapos de lana y de cazos de metal. ¿Cómo crees que podemos conseguir que las medicinas se mantengan lo más frías posibles? ¿envolviéndolas con lana? ¿metiéndolas en los cazos? ¿de otro modo?* Una vez expuesto, los estudiantes deben explicitar y exponer al resto de compañeros las hipótesis que les sugiere dicho caso. La información se recoge en su informe personal de la actividad. Seguidamente, deben diseñar la/s prueba/s que consideran necesaria/a para comprobar su hipótesis. Posteriormente, deben detallar los resultados y conclusiones obtenidas previas y tras la discusión entre los compañeros. En total, disponemos de 40 informes personales sobre la experiencia.

Con respecto al análisis de la información, hemos identificado y clasificado unidades de información relevantes para la construcción de proposiciones que sinteticen de manera organizada los aspectos investigados (Hipótesis (H), Diseño experimental, (D) Resultados y Conclusiones (C)). La categorización se ha realizado en función del grado de complejidad de las respuestas. Es decir, el valor mínimo de 1 se correspondería con un nivel de formulación del conocimiento más ingenuo o menos sofisticado y el valor 4, el nivel de mayor complejidad o de referencia. En esta línea tenemos para la categoría "Hipótesis" los niveles H1, H2, H3 y H4; para la categoría "Diseño experimental" (D) tenemos los niveles D1, D2, D3 y D4 y para la categoría "Resultados-Conclusiones" tenemos los niveles C1, C2, C3 y C4. Los niveles 2 y 3 se corresponden con valores intermedios o de transición entre los niveles extremos 1 y 4. Finalmente, las categorías han sido validadas mediante procesos de triangulación entre varios investigadores. Dos investigadores han realizado el análisis de las respuestas por separado de forma que al menos se alcance el 80% de concordancia. Además, para gestionar tal tarea, nos hemos ayudado del programa ATLAS.ti versión 8 (ver tabla 1).

Resultados

Hipótesis (H)

Con respecto a este aspecto, detectamos que la mayoría de los futuros maestros (65%) creen en la utilidad del metal para conservar mejor los medicamentos (H1). Las razones que aportan se relacionan con el comportamiento producido de los materiales (el metal y la lana) al contactar

con el hielo. En el caso del metal, éste "se enfriaría" con el hielo y, para el caso de la lana, ésta "lo calentaría". Es decir, de manera más o menos explícita, realizan explicaciones basadas en la percepción sensorial de los fenómenos (descripción macroscópica). Así lo explica la estudiante E39:

> [Si ponemos los medicamentos] dentro de metal, [entonces] se conservará el frío por que la lana produce calor (E39.H1).

Dentro de este grupo de estudiantes, identificamos que el 57,5% tiene una visión algo más elaborada al intentar combinar diferentes materiales (metal, lana, etc.) para conservar los medicamentos en frío (H2). No obstante, sigue siendo el metal el material elegido como el más idóneo para lograrlo:

> [Si ponemos los medicamentos] dentro de un cazo de metal, envuelto en lana, [entonces] esta aísla el metal de calor y no deja escapar el frío (E18.H2).

Por otro lado, localizamos que el 35% de los estudiantes eligen o bien, sólo la lana (17,5%) o bien, la combinación de ésta con otros materiales (17,5%) como adecuada/os, aportando argumentos científicos (H3 y H4, respectivamente):

> Creo que la mejor manera de mantener los medicamentos fríos es aislándolos con lana por que es muy buena aislante térmico, ya que estamos en el desierto (E8.H3).

> [Si ponemos los medicamentos] envueltos en lana dentro del cazo y en un sitio de sombra, [entonces] el frío se mantendrá estable por que la lana aísla el calor y se mantiene [el frío] con el cazo cerrado (E9.H4)

Diseño experimental (D)

Respecto a al diseño experimental, identificamos un grupo amplio de estudiantes (55%) que realiza una única prueba para comprobar su hipótesis. Dentro de los cuales, el 40% utiliza la combinación Hielo+ Metal+ Lana -HML- (D1) y el 15% la combinación Hielo + Lana+ Metal HLM--(D2):

> Hemos cogido el cubito de hielo, lo hemos metido en el cazo y por último hemos recubierto el cazo de lana. Enterarlo bajo tierra podría beneficiar en que no se derrita el hielo (D1)

> Para comprobar la hipótesis, (…): en primer lugar, envolvemos el hielo en lana y, en segundo lugar, metemos el hielo en un cazo de metal (E1.D2).

Por otro lado, detectamos otro grupo (45%) que realiza más de un diseño experimental para verificar su hipótesis. Por un lado, el 42,5% de los estudiantes utilizan dos diseños de diversas maneras: hielo + (Hielo+Lana+Metal+Lana) -H+HLML-; (Hielo+Lana)+(Hielo +Metal) -HL+HM- e Hielo+Lana+(Hielo+Lana+Metal) -HL+HLM- (D3) y el 5% de los estudiantes diseña más de dos pruebas, una de ellas utilizando grupo control (D4):

> Para comprobar la hipótesis, hacemos dos comprobaciones: en primer lugar, envolvemos el hielo en lana y, en segundo lugar, metemos el hielo en un cazo de metal (E1.D3)

> En principio hemos puesto tres diseños distintos de experimento para constatar nuestra hipótesis. Y son las siguientes: envolver el hielo en lana y dejarla al aire libre, envolver el hielo en lana y meterlo en el cazo y, por último, meter el hielo envolver directamente en el cazo. Como hemos deducido que la lana era un buen aislante hemos reducido los diseños a dos. El primero envolver en lana el hielo y dejarlo al aire libre. Y el segundo envolver el hielo en lana y meterlo en el cazo (E20. D4)

Resultados y Conclusiones (C)

Respecto a esta categoría, el 22,5% de los estudiantes manifiestan su conformidad a la utilización del metal como material conservador de los medicamentos (aceptan su hipótesis de partida) (C1), pese a los resultados obtenidos en la experimentación. En este caso, utiliza un único diseño experimental ("el medicamento/hielo dentro del cazo de metal"). No obstante, después de la discusión entre los miembros del grupo, explicitan la necesidad de utilizar diversos métodos y más recursos para comprobar mejor su hipótesis.

> Los hielos se han conservado correctamente aunque se han derretido un poco a causa del paso del tiempo y la temperatura. Nuestra hipótesis se ve aceptada por que los hielos se conservan durante un largo tiempo pero no siempre, debido a que se acabarán convirtiendo en agua. Nuestro experimento ralentiza el proceso de conservación de sólido a líquido. Hay que utilizar diversas pruebas y debe de haber más recursos para realizar más pruebas y llegar a conclusiones más certeras" (E5.C1)

Además, el 40% aceptan, o bien el metal y la lana como materiales conservadores de los medicamentos/hielo o bien, rechazan el metal y aceptan la lana como consecuencia de la discusión de los resultados obtenidos (C2). En este caso, el diseño experimental es algo más elaborado por que incluye más materiales o la elección de otro material diferente ("el hielo metido en el cazo y éste último envuelto en lana" o "sólo la lana"). Sin embargo, las conclusiones se realizan sin comprobarlo experimentalmente con el contraste de diferentes pruebas:

> Hemos realizado el experimento tal y como lo hemos planteado en la hipótesis inicial y hemos podido comprobar que la temperatura de interior del cazo es de unos 10ºC mientras que fuera ronda los 23º. Creemos que los medicamentos y el cazo envueltos en lana y a la sombra mantienen las medicinas frías, por lo que nuestra hipótesis sería correcta. La lana aísla el calor y el cazo mantiene los medicamentos fríos (E7.C2)

> El hielo se ha mantenido mejor de la primera forma. El experimento ha sido exitoso por el aislamiento térmico ofrecido por parte de la lana. Es posible que hubiésemos obtenido un resultado similar sin utilizar el cazo. Pero no se ha comprobado. Con la combinación hielo+metal+lana el hielo se derrite, por lo que el proceso realizado por nuestro grupo es más efectivo. Otros experimentos confirman la eficacia de la lana (aislante) frente al metal (conductor). Al ser conductor, transmite la energía térmica en el hielo, favoreciendo el aumento de la temperatura (E31.C2)

Por otro lado, el 37,5% de los estudiantes aceptan la lana como el material más adecuado para la conservación de los medicamentos. Para ello, aportan argumentos científicos, comprobados experimentalmente mediante la realización de diferentes pruebas y estableciendo conclusiones en coherencia con las mismas:

> El hielo envuelto en lana no se derrite, sin embargo, el hielo metido en el cazo de metal sí. Aprobamos que la lana es un aislante térmico y el metal no. Después de la discusión con los compañeros, corroboramos nuestra hipótesis, ya que todos tenemos la misma conclusión (E1.C3).

> Los que estaban envueltos en lana han mantenido su temperatura más que los que no lo estaban. La lana es un buen aislante térmico, ayuda al cuerpo a mantener su temperatura. El metal, por el contrario, es conductor de la energía, por lo que la temperatura varía, aumenta. Después de la discusión, hay muchas formas de poder realizar un experimento, se pueden llevar a cabo muchas hipótesis (E2.C4)

Por tanto, observamos que para todas las categorías ("Hipótesis", "Diseño experimental" y "Resultados-Conclusiones"), la mayoría de los estudiantes (alrededor de 50%) se sitúan entre

los niveles 1 y 2 en lo que a formulación del conocimiento se refiere para cada una de ellas (ver figura 1).

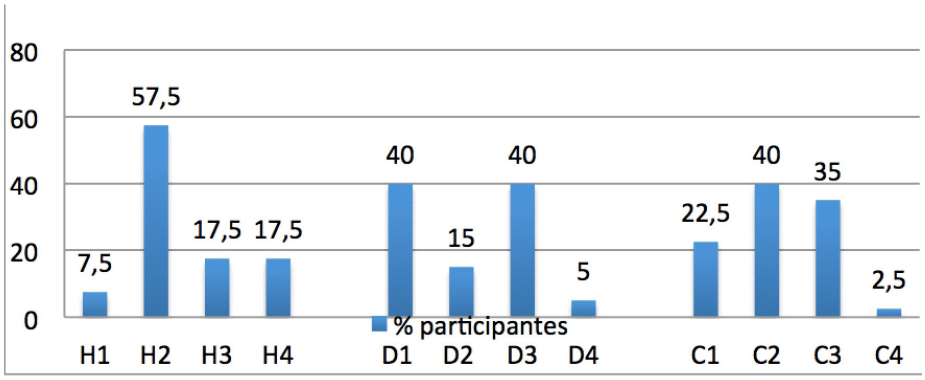


Figura 1. Porcentaje de respuestas sobre cada uno de las categorías estudiadas (Hipótesis-H-; Diseño experimental-D- y Resultados/Conclusiones-C-)

Conclusiones

De acuerdo con esto, detectamos que la mayoría de los futuros maestros (65%) creen en la utilidad del metal para conservar mejor los medicamentos, aunque en algunos equipos se utilice en combinación con otros materiales (H1 y H2). Además, el 55% de los estudiantes creen que con la realización de una única prueba, bastaría para comprobar su hipótesis (D1 y D2). Detectamos, también, que el 42,5% de los estudiantes establecen conclusiones incongruentes de acuerdo al diseño experimental y los resultados obtenidos (C1 y C2). Por otro lado, identificamos que el 35% de los estudiantes escogen la lana por ser un buen aislante térmico, rechazando el metal como material conductor de la energía térmica (H3 y H4). Para llegar a estas conclusiones, el 45% realizan y contrastan diferentes pruebas (D3 y D4), siendo el 37,5% de los estudiantes quienes discuten y argumentan científicamente los resultados obtenidos (C3 y C4). Parece ser, pues, que existe un grupo mayoritario de futuros maestros que presentan un pensamiento de sentido común frente a otro grupo que presenta un pensamiento contra-intuitivo y científico (Yu and Cole, 2014).

Referencias bibliográficas

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.

Ariza, M.R., Aguirre, D., Quesada, A., Abril, A.M., García. F.J. (2016a). ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 297-311.

Capps, D. K., Crawford, B. A. y Constas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 291-318

Creswell, J.W. (2013). *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among the Five Approaches.* Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc. (pp. 77-83)

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry- The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(1), 65-83.

Lederman, N. G. (2007). "Nature of science: Past, present, and future". In *Handbook of research in science education*, Edited by: Abell, S. K. and Lederman, N. G. Englewood cliffs, NJ: Erlbaum Publishers.

Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2004). Revising Instruction to Teach Nature of Science. *The Science Teacher, 71* (9): 36-39.

Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1*(3), 138-147.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010) El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo, *Enseñanza de las Ciencias*,28 (1), pp. 31-46.

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., Porlán, R., (2017) Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias* , 35 (1), pp. 29-52.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission. Community Research*.

Schwartz, B., Ward, A., Monterosso, J., Lyubomirsky, S., White, K., & Lehman, D. R. (2002). Maximizing versus satisficing: Happiness is a matter of choice. Journal of Personality and Social Psychology, 83(5), 1178-1197

Yu, C. H. and Cole, J. M. (2014). Friend or Foe? Common Sense in Science Education from the Perspective of History and Philosophy of Science, Brit*ish Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 4(5), p. 673-690.

Ciencia e inclusión en Educación Infantil

Elena Blanco-Carabias, Mª Antonia López-Luengo, Cristina Vallés y Cristina Gil

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática.
Universidad de Valladolid

mlopez@dce.uva.es

Resumen:

Este trabajo es una investigación preliminar que aborda cómo determinadas metodologías contribuyen a trabajar la ciencia en las primeras edades de un modo más inclusivo. Para ello, se desarrollan tres secuencias didácticas en las que las actividades de índole científica se basan en los seres vivos y en fenómenos físicos –luz y sonido–. Estas secuencias didácticas se diseñan según el aprendizaje por proyectos, a través de metodologías activas. Los resultados obtenidos tras la implementación permiten comprobar la importancia de las ciencias en las aulas de educación infantil y el éxito de los grupos interactivos como metodología inclusiva.

Palabras clave: Educación Infantil; Educación Inclusiva; Educación científica; Metodologías activas.

Introducción

Dado que "la finalidad de enseñar ciencias en la escuela no es formar científicos, sino ciudadanos analíticos, con una visión integral del mundo que los rodea" (Amaro, Manzanal y Cuetos, 2015, p. 16), es necesario el acercamiento de las ciencias al alumnado de Educación Infantil y Primaria para que conozca y comprenda el mundo que le rodea al tiempo que se desarrolla íntegramente como ser humano. Las ciencias, tanto físicas como naturales, suscitan un interés especial en el alumnado de esta etapa cuya curiosidad no tiene límites; esto debe ser aprovechado por los docentes para enseñarles a observar, pensar, plantear dudas, investigar, etc. En este trabajo se plantea cómo la enseñanza de las ciencias en las primeras etapas va más allá de la enseñanza de contenidos científicos.

¿Qué entendemos por inclusión?

La inclusión trata de eliminar barreras a través de procesos democráticos y participativos. Podemos definirla como: "Un proceso de abordaje y respuesta a la diversidad de las necesidades de todos los alumnos a través de la creciente participación en el aprendizaje, las culturas y las comunidades, y de la reducción de la exclusión dentro y desde la educación" (UNESCO, 2005, p.13) o como el "conjunto de procesos orientados a eliminar o minimizar las barreras que limitan el aprendizaje y/o generan cualquier tipo de discriminación y exclusión desde la promoción de la participación" (Martínez y Gómez, 2013). La escuela es sociedad en sí misma y en el siglo XXI debe ser un sistema abierto capaz de integrar y acoger elementos nuevos desde dentro (Rodríguez y Torrego, 2013).

Una escuela inclusiva es aquella en la que se respetan las diferencias y se asumen estas como una oportunidad para aprender de los otros. Según el programa INCLUD-ED (Rodríguez, Torrego y Flecha, 2013) la inclusión en estas etapas se consigue mediante el trabajo en grupos hetero-

géneos, con la ampliación del tiempo de aprendizaje fuera del aula, con el apoyo de la familia, el desarrollo de adaptaciones curriculares individuales, métodos participativos y el trabajo cooperativo.

Ciencia en Educación Infantil

En la etapa Educación Infantil el aprendizaje está fuertemente vinculado al mundo de las emociones y los sentimientos; el interés de los procedimientos científicos en esta etapa es dotar de un instrumento que capacite hacia la canalización de sensaciones y permita establecer así un conocimiento razonado que se estructura mediante su propio lenguaje infantil. Por ello, es fundamental una buena planificación del proceso de educación científica en esta etapa para que este sea relevante, estimulante y alentador.

El objetivo es generar una vía de aproximación al conocimiento de ideas y conceptos científicos paralela a la emocional basada en los sentidos. Una vía de desarrollo científico que permita el autoconocimiento, el conocimiento del entorno y de los otros, e incluso, conceptos más abstractos como son los propios sentidos. Esto es importante porque cabe la posibilidad, de que, tanto en su entorno familiar como escolar, se relacionen con personas con alguna discapacidad sensorial y de esto favorecerá la inclusión y la no discriminación.

Aprender ciencias equivale a aprender a pensar, a crear teorías y relacionar hechos, lo que favorece el aprendizaje transversal de las distintas materias escolares, que no deben entenderse como materias estancas, sino interrelacionadas unas con otras puesto que pretenden el estudio de la realidad. De especial importancia son las temáticas transversales como la educación para la salud, cuya base es científica; por tanto, tener un modelo científico de pensamiento ayuda a su comprensión.

Ciencia inclusiva

La ciencia ofrece amplias posibilidades para conocer nuestro entorno, a nosotros mismos y también para potenciar la inclusión del alumnado que por un motivo u otro estén en riesgo de exclusión. A partir de la ciencia se pueden trabajar de manera transversal todos los contenidos del currículum de educación infantil.

Para Galetto y Romano (2012) a través de la ciencia y las actividades de experimentación se cumple con dos objetivos: crear aprendizajes eficaces y habilidades sociales necesarias para vivir en sociedad –máxime si pensamos en la sociedad actual y futura, altamente sofisticadas en lo científico y lo tecnológico–. Es por ello que se hace tan importante la continua actualización de conocimientos en ciencia y tecnología del profesorado de enseñanzas no universitarias.

Por todo lo señalado, es indiscutible que la Escuela no debe desaprovechar la ciencia como materia para conseguir la inclusión de todos los niños y las niñas. Trabajando las ciencias en el aula podemos conseguir que el alumnado aprenda no solo conceptos científicos sino algo más importante, procesos y habilidades científicas que le ayuden a pensar, razonar, enriquecer su lenguaje, debatir, etc. Asimismo se desarrollará la dimensión axiológica mediante la práctica de actitudes científicas como la perseverancia o el rigor, al tiempo que se aprende a trabajar en equipo, a escuchar y a argumentar las opiniones, a respetar a los demás, así como a normalizar la convivencia con personas "excepcionales" o con rasgos culturales distintos.

Objeto de estudio y diseño metodológico

Este trabajo pretende comprobar si la introducción de las ciencias en educación infantil, a través de determinadas actividades en las que el alumnado juega un papel principal, además de ser factible, favorece los procesos de inclusión.

Por un lado, se presenta el diseño de tres secuencias didácticas enmarcadas en el aprendizaje por proyectos, con el fin de que el alumnado aprenda ciencia haciendo ciencia. Por otro, se analiza si las actividades científicas diseñadas con metodologías activas permiten la inclusión en las aulas.

Por lo tanto, se trata de conocer cómo se comporta el alumnado cuando se presentan determinadas actividades científicas desarrolladas con diversas metodologías y maneras de organizar el aula.

Metodología

Las secuencias didácticas elaboradas fueron diseñadas para alumnos de educación infantil y primer curso de educación primaria (edades comprendidas entre los 3 y los 7 años) de un entorno rural.

La metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación preliminar es de corte cualitativo, caracterizada por "describir e interpretar los fenómenos sociales y educativos, interesándose por el estudio de los significados e intenciones de las acciones humanas" (Albert, 2006).

Para ello se realizó observación participante como principal técnica de recogida de datos. Las maestras que llevaron a cabo esta propuesta observaron, anotaron y, sobre todo, tuvieron una actitud de escucha. Según Albert (2006), el observador debe de estar inmerso en el grupo y establecer relaciones de confianza con los participantes de la investigación, de modo que no interfiera en los resultados. En este caso se hizo así, las maestras fueron maestras y además colaboraron en la investigación como observadoras participantes, lo cual es de gran importancia en la materia que nos ocupa porque como señala Tonucci (1990), el maestro que no tiene un espíritu investigador es imposible que se lo transmita a su alumnado.

Instrumentos de recogida de datos

Los instrumentos que se utilizaron para la recogida de datos fueron el diario del aula, tablas de registro (Tabla 1), grabaciones del alumnado y registro fotográfico.

Tabla 1. Registro de observación

Grupo Edad Número de participantes Se trata de una actividad habitual para el alumnado Participa algún familiar del alumnado Todo el alumnado participa en la actividad			
	Sí	No	%
Comprenden lo que se les propone			
Observan con atención			
Sugieren preguntas e hipótesis			
Se sienten motivados al realizar la actividad			
Se ayudan los unos a los otros			

Fuente: Elaboración propia.

Para valorar la capacidad de inclusión de las diferentes estrategias metodológicas empleadas en la enseñanza de las ciencias, se generó un "Índice de inclusividad". El valor del mismo se obtuvo asignando un punto a cada uno de los distintos aspectos positivos de cada alumno, sumando los

resultados de todo el alumnado y dividiendo el resultado entre el número de total de participantes en la actividad. Por lo tanto, el valor de este índice oscila entre 0 y 5. El valor 0 corresponde a la respuesta negativa en todos los ítems de todos los alumnos que participan en la actividad, y el valor 5 corresponde a la respuesta positiva en todos los ítems por parte del todo el alumnado.

La recogida de datos supuso la observación de todos y cada uno de los alumnos durante la actividad para así poder valorar los cinco ítems del índice. En los grupos pequeños la tarea de observación y recogida de datos fue relativamente sencilla, pero en los grupos más grandes se requirió la colaboración de las maestras de las clases en las que se realizaron las actividades.

Como puede apreciarse en la Tabla 1, se registraron también otros datos que no intervenían en el índice pero que podrían ser de interés en el análisis (actividad habitual para el alumnado, participación de familiares, participación de todo el grupo).

Instrumentos didácticos

La intervención didáctica se adaptó a la metodología que se sigue en el centro escolar –trabajo por proyectos– y se estructuró en tres secuencias centradas en fenómenos físicos –la luz y el sonido– y en los seres vivos.

En el desarrollo de estas tres secuencias se utilizaron diferentes estrategias metodológicas y organizativas como son el trabajo por rincones, los talleres y los grupos interactivos, así como diferentes métodos tales como las rutinas de pensamiento (Ritchhart, Church y Morrison, 2014) y los mapas preconceptuales (Mérida, 2002).

Algunas actividades se realizaron de manera individual, otras en grupos de edad homogéneos y otras, la mayoría, se realizaron en grupos heterogéneos. En este último caso los niños de diferentes edades y nivel evolutivo trabajaron de manera conjunta para conseguir un fin común. La Tabla 2 muestra como ejemplo la secuencia didáctica correspondiente al sonido; el conjunto de actividades y la descripción detallada de las mismas puede consultarse en Blanco (2017).

Tabla 2. El sonido

Procedimiento científico	Organización del aula	Actividad
Observación	Rincones	Nada suena igual ¿De quién es esta voz?
Preguntas e hipótesis	Rutina de pensamiento Mapa preconceptual	Todos sabemos algo del sonido
Experimentación	Grupos interactivos Experimentos	¡Vamos a contestar nuestras preguntas! ¡Podemos ver las ondas! ¡El sonido mueve cosas!
Conclusiones	Mapas preconceptuales	¿Qué se del sonido?
Documentación	Investigación en casa	Familia, tenemos que investigar
Comunicación	Mapa preconceptual individual Exposición oral	Mostramos lo que hemos aprendido

Análisis de Resultados

Según se muestra en la Figura 1, la práctica educativa que alcanzó un mayor índice de inclusión fueron los grupos interactivos. Este resultado no es sorprendente puesto que es una práctica que se basa en los principios teóricos del aprendizaje dialógico y ha demostrado en múltiples ocasiones su potencialidad (Álvarez-Álvarez, 2017). Los talleres coordinados por familiares de los

niños y los rincones de trabajo tuvieron índices de inclusividad cercanos, mientras que los mapas preconceptuales presentaron el menor índice de inclusión. Una posible explicación es que no siempre se realizaron en grupo; por otro lado, se trató de una estrategia metodológica novedosa tanto para el alumnado como para el profesorado, al igual que las rutinas de pensamiento. Sin embargo, las rutinas de pensamiento, obtuvieron un índice de inclusividad mayor.

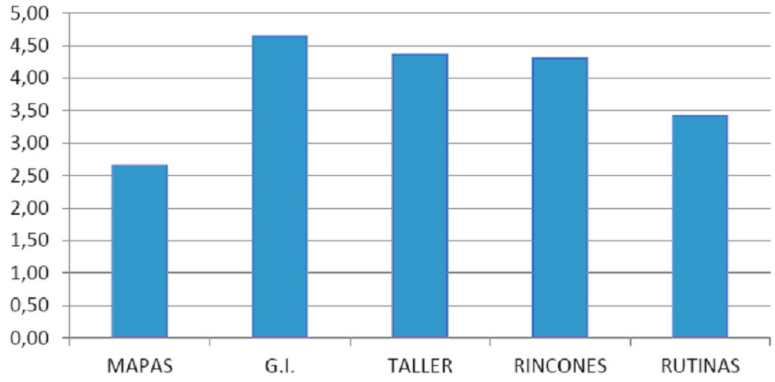


Figura 1. Índice de inclusividad obtenido en las diferentes metodologías utilizadas en el aula

Por otro lado, si se contrastan los resultados obtenidos en los grupos heterogéneos y homogéneos en la enseñanza de las ciencias, se detecta que las actividades realizadas en grupos heterogéneos alcanzaron un índice de inclusión mayor (Figura 2). Este resultado tiene mucho sentido dado que los objetivos propuestos debían conseguirse de manera conjunta y mediante la participación de todos los alumnos, de modo que en el caso de los grupos heterogéneos la ayuda y la motivación generadas fueron mayores que en los grupos homogéneos.

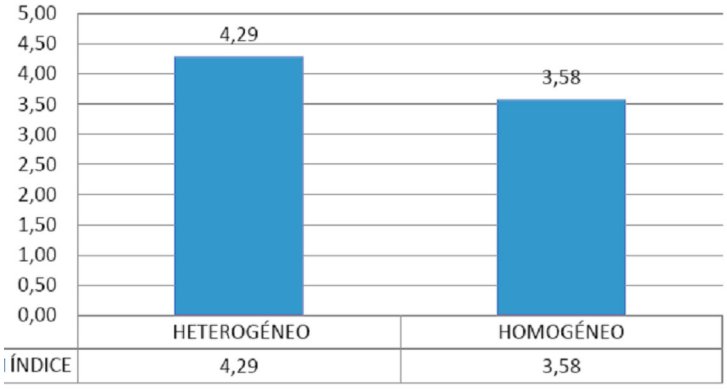


Figura 2. Índice de inclusividad alcanzado por grupos de edad heterogéneos y homogéneos

Conclusiones

Mediante este trabajo se puede constatar que el aprendizaje de la ciencia favorece la inclusión siempre que se utilicen los métodos adecuados para ello. El análisis realizado de las actividades para la educación científica en la etapa 3-7, desarrolladas con diferentes métodos didácticos, permite concluir que las tareas propuestas en grupos interactivos son las más inclusivas. El trabajo por rincones, los talleres y la aplicación de rutinas de pensamiento presentaron índices de

inclusividad intermedios mientras que los mapas preconceptuales resultaron ser la metodología menos inclusiva en este estudio.

En las actividades propuestas, el trabajo en grupos heterogéneos fue el agrupamiento que más favoreció la inclusión.

Este trabajo buscaba contribuir a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en concreto durante la educación infantil; podemos afirmar que su contribución ha resultado ser la presentación de tres secuencias didácticas realizadas con éxito y la valoración de cómo favorecen la inclusión cada una de las estrategias y métodos didácticos empleados para la enseñanza de las ciencias. En otras palabras, las propuestas didácticas planteadas permiten afirmar que, acorde a su propia naturaleza, la ciencia es inclusiva.

Bibliografía

Albert, M.J. (2006). *La investigación educativa: Claves teóricas*. Aravaca (Madrid): McGrau-Hill.

Álvarez-Álvarez, C. (2017). Comunicación, entendimiento y aprendizaje en grupos interactivos. Investigación en la Escuela, 91, 90-105. Recuperado de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/R91/R91-6

Amaro, F., Manzanal, A.I. & Cuetos, M.J. (2015). *Didáctica de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental en Educación Infantil*. Logroño: Unir.

Blanco, E. (2017). *INCLUSO CIENCIA. Estudio preliminar sobre ciencia e inclusión en Educación Infantil y la Escuela Rural*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid. http://uvadoc.uva.es/handle/10324/24105

Galetto, M. y Romano, A. (2012). *Experimentar. Aplicación del método científico*. Madrid: Narcea.

Martínez, A. y Gómez, J.L. (Coords.) (2013). *Escuelas inclusivas singulares*. Madrid: Grupo 5.

Mérida, R. (2002). "Una nueva forma de trabajar en educación infantil: los mapas preconceptuales". *Cultura y Educación*, 14(1), 99-12.

Ritchhart, R., Church, M. y Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento: cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes*. Madrid: Paidós.

Rodríguez, H. y Torrego, L. (Coords.) (2013). *Educación inclusiva, equidad y derecho a la diferencia*. Madrid: Grupo Acoge. Universidad de Valladolid.

Rodríguez, H., Torrego, L. y Flecha, R. (2013). Marco de referencia internacional y modelos emergentes en educación inclusiva. En Walters Kluwer España (ed.), *Educación inclusiva, equidad y derecho a la diferencia*. (pp. 15-28). Las Rozas (Madrid): Grupo Acoge

Tonucci, F. (1990). *¿Enseñar o Aprender? La escuela como investigación quince años después.* Barcelona: Graó.

UNESCO (2005). *Guidelines for inclusión: Ensuring Acces to Education for All.* París: UNESCO. Recuperado de http://UNESCO.org/education/inclusive

Línea 4. Investigación en el aprendizaje de las ciencias

Simposios

Simposio

Estudios sobre metacognición y aprendizaje de las ciencias

Vicente Sanjosé López
(coord.)

Saber "lo-que-no-se-sabe" es esencial para orientar el esfuerzo escolar eficientemente y Aprender a Aprender. Diversos estudios muestran la importancia de la metacognición en el éxito escolar (Dignath y Büttner, 2008) pero los niveles de desarrollo de esta estrategia metacognitiva entre los estudiantes españoles no parecen altos (Sanjosé; Fernández y Vidal-Abarca, 2010; Otero, Campanario y Hopkins, 1992). La contribución de Ortega y Solaz-Portolés a este simposio estudia el impacto del desarrollo de las estrategias metacognitivas sobre el rendimiento en ciencias de estudiantes de secundaria.

La literatura muestra estudios de evaluación de destrezas metacognitivas a partir de los productos o resultados en tareas específicas. Sólo a través de técnicas Think Aloud se intenta dilucidar los mecanismos cognitivos implicados en ellas. En el trabajo de Torres y Sanjosé se utiliza esta técnica para clasificar las acciones metacognitivas en resolutores expertos y novatos ante problemas definidos e indefinidos. Dos comunicaciones muestran los primeros resultados novedosos sobre el proceso de regulación en comprensión de textos (Calvo, Gómez Fernández) y de problemas resueltos (Verdugo, Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé). Finalmente, Otero y Sanjosé tratan de arrojar luz sobre uno de los mecanismos importantes en el auto-aprendizaje: ¿qué nos hace conscientes de que no sabemos? (Liu, Su, Xu y Chan, 2007). Tradicionalmente, se ha creído que no saber es complementario de saber, pero los estudios recientes muestran que, al contrario, saber más da lugar a ser más consciente de lo que se ignora. El trabajo estudia la estructuración del desconocimiento en la memoria de cada sujeto, comparándolo con la del conocimiento.

El desarrollo en el tiempo de estas líneas de trabajo debería contribuir al conocimiento de los mecanismos de la mente humana, para intervenir de modo más eficaz en la enseñanza de las ciencias.

Referencias

Dignath, C. y Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning, 3*, 231-264.

Otero, J., Campanario, J. y Hopkins, K. (1992). The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension monitoring ability of Spanish secondary school students. *Educational and Psychological Measurement, 52*, 419-430.

Sanjosé, V., Fernández, J. y Vidal-Abarca, E. (2010). Importancia de las destrezas de procesamiento de la información en la comprensión de textos científicos. *Infancia y Aprendizaje, 33* (4), 529-541.

Liu, Y., Su, Y., Xu, G. y Chan, R.C.K. (2007). Two dissociable aspects of feeling-of-knowing: Knowing that you know and knowing that you do not know. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 60* (5), 672-680.

Indicadores de proceso en regulación metacognitiva durante la lectura de textos de ciencias

Juan José Calvo Valiente[1], Ángela Gómez López[1], Juan José Fernández Rivera[2]

[1]Depto. de Didáctica de la Lengua y la Literatura. Universidad de Universidad de Valencia.
[2]Depto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat Jaume I de Castellón

angela.gomez@uv.es

Resumen:

El objetivo de este trabajo es describir, mediante indicadores de proceso, las acciones de control y regulación de la comprensión de estudiantes universitarios de Magisterio durante la lectura de textos de ciencias. Se tomaron medidas del control de la comprensión (producto) siguiendo el paradigma de detección de errores. La tarea consistió en juzgar la comprensibilidad de textos de ciencias. La lectura y la realización de la tarea (proceso) se registraron a través del software Read & Answer. Se parametrizaron las conductas asociadas al éxito de la tarea de control (detección de inconsistencias) en términos de indicadores de proceso. Los resultados mostraron que los indicadores de proceso se asociaron con el producto de la tarea de control de la comprensión.

Palabras clave: Didáctica de las Ciencias Experimentales, Maestros en formación, Control de la comprensión, Indicadores de proceso

Introducción

Aprender ciencia en la Universidad implica, entre otras cosas, la lectura de textos de cierta longitud y complejidad sin la supervisión continuada del profesor. Ello exige del aprendiz un adecuado desarrollo de la destreza de control de la comprensión.

En los textos de ciencias se suelen explicar fenómenos naturales cuya comprensión requiere el manejo de un conjunto de premisas interrelacionadas de forma coherente (por ejemplo, leyes, principios, conceptos específicos, hechos) en términos de la vida diaria y también en términos abstractos. La comprensión de esa interconexión implica el establecimiento de coherencia global en el texto, es decir, el lector debe ligar en su mente el significado de las ideas principales y asegurar que no existen contradicciones entre ellas ni con su control de comprensión.

Las estrategias metacognitivas son un buen predictor del aprendizaje (Veenman, Wilhelm y Beishuizen, 2004;) y del éxito académico en general (Wang, Haertel y Walberg, 1993; Dignath y Büttner, 2008). Disponer de unas estrategias de control de la comprensión escasas e inadecuadas podría conducir al fracaso académico (Krasiejko, 2010). De hecho, éste podría ser uno de los factores que favorecen la permanencia de errores conceptuales en ciencias en la población culta no especializada (Sanjosé; Fernández y Vidal-Abarca, 2010).

Para poder enseñar el uso eficiente del control de la comprensión es conveniente conocer los mecanismos cognitivos subyacentes. Para que un lector pueda detectar y señalar una contradicción entre dos ideas es necesario que: a) construya cada una de las dos proposiciones contradictorias en su mente (i.e decodifique el código y atribuya sentido); b) las procese simultánea-

mente en la memoria de trabajo (en el mismo ciclo de procesamiento, siguiendo el modelo de Kintsch y vanDijk, 1978); c) las relacione durante ese procesamiento, discriminándolas de otras no contradictorias.

En la mayoría de las ocasiones las dos proposiciones contradictorias se encuentran separadas dentro del texto por otras ideas. En este caso, el punto (b) anterior requiere que las conecte de manera deliberada. La necesidad de establecer esa conexión se explica por los mecanismos de "vigilancia y control" propuestos por Nelson y Narens (1990).

Objetivo

El objetivo de este trabajo es describir el proceso (no sólo el producto) de lectura y control de la comprensión de los estudiantes universitarios mientras leen textos de ciencia básica y establecen coherencia entre sus ideas. Para ello se utilizó el programa Read&Answer (Cerdán, Vidal-Abarca, Salmerón, Martínez y Gilabert, 2009) y se trató de encontrar un conjunto de conductas (proceso) asociadas con el éxito en la tarea de control (producto). Este estudio podría contribuir a diseñar modelos de instrucción más efectivos para la enseñanza de las ciencias.

Método

Participantes

Participaron en el experimento 69 estudiantes españoles de ambos sexos, edades 18-25 años, de dos grupos de Magisterio, especialidad de Educación Primaria, en una gran ciudad española.

Materiales y Medidas

Textos

Se utilizaron cuatro textos expositivos sobre temas de ciencia básica: 'Especies indicadoras de cambio ambiental', 'Alimentos Probióticos', 'Efecto Invernadero' y 'Clonación'. Los textos se extrajeron de las Pruebas de Acceso a la Universidad y se modificaron para unificar su estructura (3 párrafos) y extensión (150-155 palabras).

Siguiendo el 'Paradigma de Detección de Errores' (Baker, 1979) en cada texto se introdujeron dos inconsistencias en su segunda mitad (inconsistencias 'diana'). Cada una contradecía explícitamente una idea importante del texto. Por ejemplo, en 'Especies', la idea 'su piel [de los anfibios] les protege y les hace sobrevivir fácilmente en cualquier condición ambiental', contradice la idea: 'la piel de los anfibios los hace muy sensibles a los factores ambientales'. La tarea propuesta fue juzgar la comprensibilidad de cada texto indicando los obstáculos de comprensión encontrados.

Software Read&Answer

El texto se segmentó en diferentes unidades de información (unidad= frase completa). Los estudiantes leyeron los textos en un ordenador usando el software Read&Answer (Cerdán *et al*., 2009). Este programa muestra en la pantalla el texto con sus letras borrosas de modo que no se puede leer. Pulsando con el ratón sobre una unidad, ésta se desenmascara y se puede leer. Sólo una unidad se puede leer cada vez. El lector puede releer los segmentos del texto en el orden que desee y las veces que necesite. El sujeto accede a la tarea propuesta pulsando un botón específico. Aparece una segunda pantalla en la que se muestra la tarea y en donde se ha de escribir la respuesta. Los estudiantes pueden consultar el texto tanto como deseen, y regresar de nuevo a la respuesta para completarla o modificarla. Read&Answer registra la secuencia completa de acciones del lector, el tiempo de cada visita a cada segmento o zona de tarea en milisegundos.

La medida de producto fue el número de inconsistencias 'diana' detectadas por cada participante. Las medidas de proceso se definieron usando parámetros facilitados por Read&Answer.

Se definieron los siguientes indicadores:

A) Construcción de las proposiciones contradictorias. Al menos una de las visitas a cada una de las dos frases contradictorias ha de tener una velocidad de procesado "normal". Para cada sujeto se determinó su velocidad normal eliminando las visitas con menos de 100 ms/pal, y calculando el promedio global para todas las visitas al texto. Eliminando los 'outliers', se calculó el promedio hasta que no hubo más 'ouliers' dentro del conjunto de datos.

B) Procesamiento simultáneo. Se atendió a la existencia de enlaces directos o, en su defecto, de pseudo-enlaces entre ambas ideas contradictorias. Se definió pseudo-enlace del modo siguiente: una secuencia de texto (excluyendo las visitas a la zona de tarea) que comienza con una de las ideas contradictorias, y acaba con la otra; el tiempo empleado procesando las proposiciones diana es, al menos, el 70% del tiempo total empleado en la secuencia; los segmentos visitados entre ambas ideas contradictorias son procesados con una velocidad rápida (más de 1 desviación típica, DT, desde el promedio normal).

C) Discriminación de información pertinente y no pertinente.

C1) Cuando una persona detecta una contradicción, su tiempo de procesamiento se eleva significativamente. Por tanto, al menos una vista a cada una de las ideas contradictorias debería mostrar esa elevación. Se definió como "lenta" una visita cuyo tiempo/palabra distase al menos 1 DT de la velocidad "normal" de lectura del sujeto.

C2 y C3) Número de visitas y Tiempo/palabra acumulado en segmentos pertinentes

Se espera que los sujetos dediquen más atención a las ideas contradictorias que al resto de segmentos de texto. Algunas personas leen rápido cada vez que visitan un segmento, pero luego acumulan muchas visitas. Otras personas visitan menos cada segmento, pero se detienen más tiempo en cada visita.

Para evaluar el conjunto de indicadores de proceso se utilizaron los parámetros típicos de la evaluación de instrumentos. Estos parámetros son (ver Tabla 1):

Tabla 1. Datos usados en la evaluación de los indicadores propuestos

	Indicador presente	**Indicador ausente**	**Totales**
Señalización correcta	VP (verdadero positivo)	FN (falso negativo)	VP+ FN (total contradicciones correctamente señalizadas)
Señalización no-correcta	FP (falso positivo)	VN (verdadero negativo)	FP+VN (total contradicciones no correctamente señalizadas)
Totales	VP+FP (total casos indicador presente)	VN+FN (total casos indicador ausente)	Total de casos

-Exactitud = (VP+VN)/Total casos. Proporción de casos correctamente clasificados por el indicador.

-Sensibilidad de indicador = VP/(VP+FN). Proporción de señalizaciones correctas en las que el indicador está presente.

-Especificidad del indicador = VN/(FP+VN). Proporción de señalizaciones no-correctas en la que el indicador está ausente.

-Precisión del indicador = VP/(VP+FP). Proporción de casos con indicador presente en los que SI hay señalización correcta de la inconsistencia.

-Valor Predictivo Negativo = VN/(VN+FN). Proporción de casos con indicador ausente en los que realmente NO hay señalización correcta de la inconsistencia.

El modelo teórico asumido postula que para la detección correcta (señalización correcta en nuestro caso) de la contradicción "diana", es CONDICIÓN NECESARIA que haya construcción, procesamiento conjunto y discriminación. Los parámetros son condición necesaria para la señalización correcta cuando FN es muy pequeño. En este caso, la Sensibilidad será grande (cercana a 1), y también lo será el Valor Predictivo Negativo (que indica que parámetros ausentes es condición suficiente para señalización ausente o incorrecta).

Procedimiento

Se utilizó una sesión de clase para la toma de datos (50-60 min.). Se leyeron las instrucciones en voz alta. Tras un texto de práctica y la clarificación de dudas, cada participante procedió a la lectura de dos textos experimentales contrabalanceados en orden. La tarea consistió en juzgar la comprensibilidad de los textos y anotar, en el espacio pertinente de la zona de tarea, todos aquellos obstáculos de comprensión encontrados.

Resultados

Se recogieron datos fiables de 270 inconsistencias 'diana', de las 276 posibles. La proporción total de inconsistencias correctamente señaladas fue del 32% (87 de 270).

Los datos recogidos en la Tabla 1 se usaron para evaluar los parámetros de calidad de los indicadores. Se consideró que el modelo teórico sería satisfecho si, dada una señalización correcta por parte del sujeto, se cumple lo siguiente para cada una de las dos frases contradictorias:

1) El tiempo/pal está dentro del rango "normal" para cada sujeto. Esto sucedió en el 100% de los casos.
2) Existe al menos 1 Enlace o 1 Pseudo-enlace entre ambas frases contradictorias.
3) Al menos una visita es "lenta". O el número de visitas es mayor que el promedio del resto de frases. O el tiempo/palabra acumulado es mayor que el promedio del resto de frases.

Es decir, se exigió el cumplimiento de (1 + 2 + 3) donde el punto 3 tiene 3 posibilidades alternativas (no excluyentes). Los datos se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos asociados con la combinación de indicadores propuestos

	Combinación de Indicadores presente	Combinación de Indicadores ausente (uno al menos falla)	Totales
Señalización correcta	86	1	87
Señalización no-correcta	5	178	183
Totales	91	179	270

Los parámetros de calidad para la combinación de indicadores definidos fueron:

Exactitud = 0,98

Sensibilidad de indicador = 0,99

Especificidad del indicador = 0,97

Precisión del indicador = 0,95

Valor Predictivo Negativo = 0,99

Conclusiones

El relativamente bajo porcentaje de señalizaciones correctas de inconsistencias 'diana' está en consonancia con estudios anteriores (Fernández *et al*. 2010) y alerta sobre la necesidad de mejorar las destrezas metacognitivas de los estudiantes.

Dado que la Sensibilidad y el Valor Predictivo Negativo obtenidos son altos, la predicción del modelo teórico se cumple para la combinación de indicadores de proceso. Es decir, la combinación de proceso propuesta se asocia bien con el resultado de la tarea de monitorización de la comprensión (exigiendo coherencia global del texto), de modo que su presencia constituye una condición necesaria para la señalización correcta de las inconsistencias.

Solo 1 caso (es decir, uno de los textos procesados por una persona) quedó fuera del cumplimiento estricto del modelo. El indicador ausente fue únicamente el de "enlace o pseudo-enlace entre las dos frases contradictorias". No se dispone de datos para explicar la causa de esta violación de la predicción, pero parece ser que la persona que procesaba ese texto tenía conocimiento previo alto sobre el tema del texto, y lo utilizó para detectar la inconsistencia sin necesidad de reprocesar el texto y establecer 'enlaces' entre las dos ideas contradictorias. Es decir, para esta persona en este texto, la inconsistencia pudo tener carácter "externo" (contradicción entre una frase del texto y el conocimiento previo).

Se necesitan experimentos adicionales para confirmar la adecuación de esta combinación de indicadores de proceso como condición necesaria para una monitorización correcta durante la lectura. En esos nuevos experimentos, trataremos de minimizar el posible efecto del conocimiento previo utilizando temáticas poco familiares para los sujetos, como hicieron Otero, Campanario y Hopkins (1992) al elegir los textos breves para diseñar y validar un instrumento de evaluación del control de la comprensión en estudiantes.

Limitaciones

Durante la ejecución de la tarea propuesta, un lector puede detectar otros obstáculos de comprensión además de los previstos en el experimento (los "diana"). En ese caso, los indicadores antes definidos también se "dispararían" en segmentos distintos a los previstos, dificultando la discriminación entre información relevante e irrelevante. Esta es una limitación del trabajo que procede del hecho de definir la tarea libremente como un "juicio sobre comprensibilidad", en lugar de definir una tarea artificial como "busca las contradicciones en el texto" que, probablemente, evitaría el riesgo mencionado.

Referencias

Baker, L. (1979). Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusions. *Journal of Reading Behavior, 11,* 363-374.

Cerdán, R., Vidal-Abarca, E., Salmerón, L., Martínez, T. y Gilabert, R. (2009). Read & ANswer, A tool to capture on-line processing of electronic texts. *The Ergonomics Open Journal, 2*, 133-140.

Dignath, C. y Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning, 3*, 231-264.

Kintsch W. y van Dijk, T. (1978). Towards a model of text comprehension and production. *Psychological Review, 85*, 363-394.

Krasiejko, I. (2010). The role of metacognition in education. The New Educational Review, 20 (1), 120-128.

Nelson, T. y Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. En H.B. Gordon (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation, 26* (pp.125-173). San Diego, CA: Academic Press.

Otero, J., Campanario, J. y Hopkins, K. (1992). The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension monitoring ability of Spanish secondary school students. *Educational and Psychological Measurement*, *52*, 419-430.

Sanjosé, V., Fernández, J. y Vidal-Abarca, E. (2010). Importancia de las destrezas de procesamiento de la información en la comprensión de textos científicos. *Infancia y Aprendizaje, 33(4)*, 529-541.

Veenman, M., Wilhelm, P. y Beishuizen, J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction, 14*, 89-109

Wang, M., Haertel, G. y Walberg, H. (1993). Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research, 63 (3),* 249-294.

Predicción del rendimiento en ciencias a partir del uso percibido de estrategias metacognitivas de alumnos de Secundaria

Enric OrtegaTorres[1] **y Joan Josep Solaz-Portolés**[2]

[1]Florida Universitaria. Unidad de educación. [2]Universitat de València. Departamento de didáctica de las ciencias experimentales y sociales

eortega@florida-uni.es

Resumen

Se desarrolla una investigación sobre uso de estrategias en ciencias a lo largo de Secundaria. Se utilizó el cuestionario MSLQ que considera 15 estrategias distintas. Entre ellas, determinar metas de aprendizaje (GO), controlar el avance hacia ella (regulación metacognitiva: ME y regulación del esfuerzo: ER) y calibrar el grado de logro (autoeficacia: SE + pensamiento crítico: CT), contienen un componente metacognitivo. Participaron 365 estudiantes desde 1º ESO a 1º Bachillerato. Declararon un uso moderado y diferente de estrategias metacognitivas, entre 4,7 (ER) y 5,2 (GO) sobre 7. Todas fueron predictores significativos del rendimiento académico en ciencias y en conjunto explicaron el 11% de su varianza (según Regresión lineal). Hubo diferencias por sexo y por curso en el uso declarado de estas estrategias (según ANOVA).

Palabras clave: rendimiento en ciencias; educación secundaria; estrategias metacognitivas; cuestionario MSLQ.

Introducción

La importancia de las capacidades metacognitivas para el aprendizaje de las ciencias está ampliamente investigada y existen múltiples evidencias sobre el beneficio de proporcionar estrategias para la autorregulación del propio aprendizaje en edades tempranas (Hacker, Dunlosky y Graesser, 2009). Desarrollar el conocimiento metacognitivo ayuda a mejorar la autoeficacia del alumnado e influye tanto en el éxito académico (Wang, Haertel y Walberg, 1993; Solaz-Portolés y Sanjosé, 2008) como en la propia motivación para el aprendizaje (Zimmerman y Schunk, 2001).

Tres metodologías son las habitualmente utilizadas para evaluar el desarrollo de la metacognición en los estudiantes: a) inferencias basadas en el rendimiento en ciertas tareas, con una evaluación externa al propio sujeto (por expertos); b) entrevistas; c) cuestionarios en donde los estudiantes dicen lo que creen que hacen en determinadas circunstancias (Impara y Schraw, 2000).

Se han propuesto técnicas para el grupo de metodologías (a), como el paradigma de detección de errores (Otero, Campanario y Hopkins, 1992) y el paradigma de la calibración del propio rendimiento (Tobías y Everson, 2002). Finalmente, y a pesar de que su fiabilidad está en duda, algunos instrumentos del grupo (c) han alcanzado gran popularidad entre los expertos por su facilidad de uso y su completitud. Este es el caso del Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ

en adelante) desarrollado por Pintrich, Smith, García y McKeachie (1991) que es uno de los más utilizados para evaluar la autopercepción del uso de estrategias de motivación y de autorregulación en contextos educativos.

El MSLQ está basado en una visión cognitiva de las estrategias de motivación y aprendizaje, y su validez ha sido analizada en múltiples contextos: Erturan-Ilker, Arslan, y Demirhan (2014) con estudiantes de secundaria en Turquía, Curione, Gründler, Píriz y Huertas (2017) con estudiantes de psicología en Uruguay, Ramirez, Canto, Rodríguez, Bueno y Echazarreta (2013) con estudiantes universitarios en México, Lee, Zhang y Yin, (2010) en Hong-Kong también con estudiantes de secundaria.

MSLQ ha sido usado con frecuencia en la población de estudiantes de Educación Secundaria para estudiar la asociación entre uso auto-percibido de estrategias y rendimiento. En general, se obtienen efectos significativos en la predicción del rendimiento a partir de la puntuación en todas las escalas (Veloo, Hong y Lee, 2015) o solo algunas escalas, como Self-efficacy (Arslan, 2013; Bircan y Sungur, 2016), o Task Value (Bircan y Sungur, opus cit).

También se ha usado el MSLQ con alumnado de secundaria o primaria para medir el nivel de motivación generado por el uso de diferentes metodologías en ciencias. En un estudio para primaria realizado por Milner, Templin y Czerniak (2011) se encontró que una metodología constructivista relacionada con el uso del laboratorio de ciencias generaba niveles de motivación más altos que otras en los estudiantes. Valle, Núñez, Cabanach, Rodríguez, González-Pienda y Rosario (2009) encontraron que los alumnos de Secundaria con un mayor nivel de motivación hacia el logro, presentaban valores significativamente más altos en rendimiento académico que el resto. En este estudio se usó el CECAE, un cuestionario basado, entre otros instrumentos, en el MSLQ.

La investigación que se presenta se ha centrado en evaluar con el MSLQ diferentes escalas relacionadas con estrategias de base metacognitiva en alumnado de secundaria, y analizar su relación con el rendimiento en ciencias.

Método

Participantes

Participaron un total de 365 alumnos de secundaria matriculados en todos los cursos entre 1º de ESO y 1º de bachillerato, pertenecientes a 8 centros educativos de diferente titularidad ubicados en el entorno de la ciudad de Valencia.

Instrumentos y Medidas

Las medidas sobre uso auto-percibido de estrategias metacognitivas en el estudio y aprendizaje de las ciencias fueron obtenidas del Cuestionario de Estrategias Motivadas para el Aprendizaje (MSLQ). El cuestionario contiene secciones diferentes. La sección de Motivación consta de 31 ítems que evalúan los objetivos de los estudiantes, las causas de dichos objetivos y sus creencias sobre el valor del aprendizaje en un cierto un curso. La sección de estrategias Cognitivas y Metacognitivas que incluye 31 ítems que evalúan el procesamiento de la información y el control de dichos procesos. La sección de Gestión de recursos para facilitar el aprendizaje, que consta de 19 ítems destinados a evaluar el uso que el estudiante hace de compañeros, profesores, espacios y tiempos para facilitar su aprendizaje.

Cada una de esas secciones se articula en varias estrategias o “escalas” identificables, compuestas a partir de varios items, que se recogen en la Tabla 1:

Tabla 1. Tipo de estrategias y escalas contempladas en el cuestionario MSLQ

Tipo de estrategia (escala)	
MOTIVACIÓN	
Orientación hacia objetivos intrínsecos	**GO**
Orientación de objetivos extrínsecos	**EO**
Valor de tarea	**TV**
Control de creencias de aprendizaje	**LB**
Autoeficacia	**SE**
Ansiedad hacia las pruebas (componente afectivo)	**TA**
ESTRATEGIAS COGNITIVAS Y METACOGNITIVAS STRATEGIES	
Entrenamiento por Repetición	**R**
Elaboración	**E**
Organización	**O**
Pensamiento Crítico	**CT**
Auto-regulación metacognitiva	**MR**
GESTIÓN DE RECURSOS	
Tiempo y ambiente de estudio	**TE**
Regulación del esfuerzo	**ER**
Aprendizaje entre iguales	**PE**
Búsqueda de ayuda	**SO**

Cada una de las escalas se valora a través de un conjunto determinado de ítems con una fuerte conexión entre sí. Por ejemplo, en la sección de estrategias cognitivas y metacognitivas se diferencia una escala denominada "Elaboración" que evalúa el uso de estrategias asociadas con la elaboración de la información proporcionada para crear una representación mental coherente del conocimiento. Dicha escala está conformada por 6 items con una relación estrecha entre ellos. Son los siguientes:

#53. Cuando estudio para esta asignatura, reúno información de diferentes fuentes, como conferencias, lecturas y discusiones de clase

#62. Intento relacionar las ideas de esta asignatura con otras siempre que sea posible

#64. Al leer para esta asignatura, trato de relacionar el material con lo que ya sé

#67. Cuando estudio para esta asignatura, escribo breves resúmenes de las ideas principales de las lecturas y mis apuntes de clase

#69. Intento entender el material de esta asignatura haciendo conexiones entre las lecturas y los conceptos de las clases

#81. Intento aplicar ideas de lecturas de esta asignatura en otras actividades de la clase, como discusiones y debates

Como se puede apreciar, los ítems #53, 62, 64, 69 valoran el intento deliberado de establecer coherencia entre la información suministrada en la clase o curso, y la información que ya se posee (conocimiento previo) o que procede de otras fuentes. El ítem #67 valora el intento de realizar resúmenes a partir de información de diferentes fuentes. Finalmente, el ítem #81 valora el intento de aplicar las ideas adquiridas en un contexto determinado, en otro contexto (transferencia).

Cada participante debe autoevaluar cada una de las aserciones (cada ítem) del cuestionario usando una escala de Likert de 7 puntos, donde 1 significa "Ninguna relación conmigo" y 7 significa "Muy de acuerdo conmigo". El score de cada escala se obtiene promediando los ítems que la componen.

El rendimiento académico de cada participante fue obtenido directamente de los profesores de ciencias de cada centro. Para obtener el rendimiento académico de cada alumno se usó una escala de 4 niveles, cuya relación con la escala 0-10 usual en España se escogió así: D: 4,5; C: 5,5; B: 7,0; A: 9,0.

Procedimiento

El instrumento MSLQ se tradujo al castellano y se adaptó a un formato electrónico [google form] con el fin de facilitar el proceso de recogida de respuestas provenientes de diferentes centros educativos. Se visitó a los centros para pedir permisos y se instruyó a los docentes de ciencias para realizar los pases de ambos cuestionarios al alumnado de secundaria. Por su longitud, MSLQ en formato on-line se separó en dos partes: MSLQ-A que integra los 31 ítems de Motivación, y MSLQ-B con los 50 ítems relacionados con las estrategias cognitivas y metacognitivas y con la gestión de recursos. Se administró cada parte en una sesión diferente.

Uno de los investigadores (EO) estuvo presente en las sesiones para realizar los ajustes necesarios y clarificar dudas. El tiempo típico para la realización del MSLQ-A fue 20-30 minutos, y para MSLQ-B, 45-55 minutos. Todos los cuestionarios fueron administrados entre mayo de 2016 y octubre de 2017 en 8 centros de secundaria diferentes dentro del horario de las clases de ciencias.

En una de la visitas el profesor entregó los niveles de rendimiento académico de sus estudiantes.

Resultados

Los estudiantes declararon usar menos las estrategias de gestión de recursos para el aprendizaje, así como las relativas a la cognición y la metacognición, y más las estrategias de motivación. En general, la sección de estrategias de Motivación obtuvo mayores puntuaciones promedio (entre 4,7 y 5,3 en una escala entre 1 y 7). Las escalas MSLQ con mayor promedio en la muestra fueron Orientación a metas externas, GO (5,3), y Orientación a metas internas, EO (5,2). La sección Gestión de recursos fue la de menores promedios (entre 4,0 y 4,9), aunque no muy lejos del grupo de estrategias Cognitivas y Metacognitivas (entre 3,9 y 5,0). Las escalas de menor promedio fueron Aprendizaje entre iguales, PE (4,0) del grupo de Gestión de recursos, y Entrenamiento por repetición, R (3,9, en una escala entre 1 y 7), una escala Cognitiva. Otras escalas con componente metacognitivo, como Valor de la tarea (LB), Autoeficacia (SE), Pensamiento Crítico (CT), Regulación de esfuerzo (ER) y Búsqueda de ayuda (SO) lograron puntuaciones respectivas: 5,1; 5,1; 4,7; 4,7; 4,6.

Conjuntamente, todas las escalas del MSLQ explicaron casi el 13% del rendimiento general en ciencias de los participantes ($F(15,341) = 3,240$; $p< 0,001$; $R= 0,35$). Sin embargo, sólo parte de esas escalas presentaron correlaciones de Pearson significativas con el rendimiento (Tabla 2):

Tabla 2. Escalas del MSLQ con correlaciones significativas con el rendimiento en ciencias.

Escalas MSLQ	r-Pearson (p)
MOTIVACION	
EO	0,12 (0,013)
TV	0,17 (0,000)
SE	0,26 (<0,001)
COG y METACOG	
R	0,20 (<0,001)
E	0,15 (0,005)
O	0,15 (0,005)
ME	0,19 (<0,001)
GESTION	
TE	0,19 (<0,001)
ER	0,18 (0,001)
SO	0,14 (0,009)

Estas escalas con correlación significativa conjuntamente explican el 11% de la varianza del rendimiento académico general en ciencias de la muestra [F (10,346) = 4,081; p< 0,001; R= 0,33].

Si atendemos sólo a las escalas del MSLQ de componente metacognitivo, GO, EO, LB, SE, CT, ME, ER, SO, y se toman como predictores del rendimiento académico en ciencias, se logra explicar el 11% de su varianza (método Intro) que es prácticamente el mismo valor que se logra explicar con todas las escalas del MSLQ. El método back-step deja únicamente los predictores GO, SE; CT, ME, SO que, conjuntamente, siguen explicado un 11% del rendimiento en ciencias [F (5,351)= 8,467; p< 0,001; R=0,33]. El predictor más significativo e importante resulta ser la estrategia motivacional de Auto-Eficacia, SE (β = 0,33), seguido por Regulación Metacognitiva, MR (β = 0,14) y Búsqueda de Ayuda, SO (o Help-Seeking; β = 0,11). Por su parte, Orientación a metas extrínsecas, GO (β = -0,16) y Pensamiento Crítico, CT (β = -0,11) presentan coeficientes negativos que no se deben a una correlación negativa con el rendimiento, sino a un ajuste en la predicción teórica que sería demasiado grande cuando la motivación intrínseca hacia la meta y el pensamiento crítico son grandes.

Conclusiones

Los estudiantes de la amplia muestra de este trabajo perciben que utilizan con frecuencia estrategias de motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, pero utilizan pocas estrategias cognitivas y metacognitivas, y también poco las de gestión de recursos. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran asociaciones significativas entre las estrategias metacognitivas y el rendimiento académico, de manera similar a lo obtenido en otros experimentos con estudiantes de secundaria. La escala de mayor impacto es Autoeficacia (una escala de Motivación), con un coeficiente β de 0,33, seguida de Regulación Metacognitiva, con β de 0,14.

No obstante, el total de varianza explicada por el conjunto de escalas o estrategias del MSLQ no parece suficientemente grande, dada la importancia otorgada a las estrategias en el aprendizaje de las ciencias. Ello indica que, o bien la percepción de los estudiantes no se corresponde con

la realidad que objetivamente pueda evaluarse externamente, o bien que la importancia de las estrategias (especialmente las cognitivas y de gestión de recursos) está sobrevalorada en la realidad escolar como factores que influyen en el rendimiento en ciencias.

En todo caso, se necesitan estudios adicionales basados en medidas objetivas del uso de estrategias, en lugar de medidas basadas en lo que los propios sujetos creen hacer. De este modo, se aumentaría la fiabilidad sobre la asociación entre ello y el rendimiento académico. El diseño de experimentos con este fin sería recomendable.

Referencias bibliográficas

Arslan, A. (2013). Investigation of Relationship between Sources of Self-Efficacy Beliefs of Secondary School Students and Some Variables. *Educational Sciences: Theory and Practice, 13*(4), 1983-1993.

Bircan, H. y Sungur, S. (2016). The Role of Motivation and Cognitive Engagement in Science Achievement. Science Education International, 27(4), 509-529.

Curione, K., Gründler, V., Píriz, L., y Huertas, J.A. (2017). MSLQ-UY, validación con estudiantes universitarios uruguayos. Revista Evaluar, 17(2), 1-17.

Hacker, D. J., Dunlosky, J., y Graesser, A.C. (Eds.). (2009). Handbook of metacognition in education. New York : Routledge.

Ilker, E. (2014). A Validity and Reliability Study of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire. Educational Sciences: Theory and Practice, 14(3), 829-833.

Impara, J. C., y Schraw, G. (Eds.). (2000). Issues in the measurement of metacognition. Buros Institute of Mental Measurements and Department of Educational Psychology, University of Nebraska. UK: Lincoln.

Lee, J. C. K., Zhang, Z., y Yin, H. (2010). Using multidimensional Rasch analysis to validate the Chinese version of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ-CV). European Journal of Psychology of Education, 25(1), 141-155.

Milner, A. R., Templin, M. A., y Czerniak, C. M. (2011). Elementary science students' motivation and learning strategy use: Constructivist classroom contextual factors in a life science laboratory and a traditional classroom. Journal of Science Teacher Education, 22(2), 151-170.

Otero, J., Campanario, J. M., y Hopkins, K. D. (1992). The relationship between academic achievement and metacognitive comprehension monitoring ability of Spanish secondary school students. Educational and Psychological Measurement, 52(2), 419-430.

Pintrich, P. R., Smith, D., Garcia, T., y McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Technical Report 91-B-004). The Regents of the University of Michigan.

Solaz-Portolés, J. J., Sanjosé López, V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas: Un estudio con alumnos de bachillerato. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 10(1), 1-16.

Valle, A., Núñez, J. C., Cabanach, R. G., Rodríguez, S., González-Pienda, J. A., y Rosario, P. (2009). Perfiles motivacionales en estudiantes de Secundaria: análisis diferencial en estrategias cognitivas, estrategias de autorregulación y rendimiento académico. Revista Mexicana de Psicologia, 26(1), 113-124.

Veloo, A., Hong, L. H., y Lee, S. C. (2015). Gender and ethnicity differences manifested in chemistry achievement and self-regulated learning. International Education Studies, 8(8), 1-12.

Wang, M. C., Haertel, G. D., y Walberg, H. J. (1993). Toward a knowledge base for school learning. Review of Educational Research, 63(3), 249-294.

Zimmerman, B. J., Schunk, D. H. (Eds.). (2001). Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives. New York: Routledge.

Construcción del desconocimiento de artefactos: un estudio con futuros profesores

José Otero[1] **y Vicente Sanjosé**[2]

[1]Universidad de Alcalá. [2]Universitat de València

vicente.sanjose@uv.es

Resumen

Saber lo que no se sabe es esencial para orientar el esfuerzo escolar eficientemente. El propósito de este trabajo es caracterizar la naturaleza del desconocimiento consciente de información compleja, como la de los cursos introductorios de ciencias. Se trató de caracterizar el desconocimiento consciente de artefactos tecnológicos, como una cerradura o un ventilador. La hipótesis es que las propiedades generadas en una tarea en la que se solicite expresar lo que no se sabe sobre un cierto objeto permitirán acceder a la representación del desconocimiento sobre este objeto en la memoria, y permitirá su comparación con la del conocimiento. La muestra estuvo formada por futuros maestros.

Palabras clave: aprendizaje de las ciencias; metacognición; ignorancia consciente; estructura de la ignorancia.

Introducción

El desconocimiento y la incomprensión han sido considerados tradicionalmente estados indeseables en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, en los enfoques de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias basados en la investigación o basados en problemas, la consciencia de falta de conocimiento, o de incomprensión, son un elemento central (Zohar y Barzilai, 2013; Loyens y Rikers, 2011): si un alumno no es consciente de lo que no sabe, le resultará difícil focalizar su esfuerzo en aprender lo que debe (Tobias y Everson, 2002). El desconocimiento consciente también está involucrado de manera importante en la capacidad de preguntar (Torres y otros, 2012), que implica la detección de anomalías tales como lagunas de conocimiento u obstáculos a la comprensión (Graesser y McMahen, 1993). Ser capaz de detectar estas lagunas y obstáculos, y formular preguntas que conduzcan a la solución del problema, mejora significativamente la comprensión (Rosenshine, Meister, y Chapman, 1996).

Nuestro estudio tiene sus precedentes en los trabajos sobre meta-conocimiento y meta-memoria (Dunlosky y Thiede, 2013) que usan tareas en las que solicitan "juicios de aprendizaje" (Dunlosky y Nelson, 1992) para tratar de explicar fenómenos como “tener en la punta de la lengua” (Brown, 1991) o “sensación de conocer” (Koriat, 1993). En menor medida, se ha estudiado también la consciencia de lo que no se sabe (Glucksberg y McCloskey, 1981) o la “sensación de no saber” (Liu, Su, Xu y Chan, 2007). Esos estudios usan tradicionalmente información poco relevante en el contexto escolar: listas de pares de palabras, grupos de 3-4 letras, preguntas simples como, “¿Cuál es la capital de Ucrania?", etc. Tras la memorización se debe predecir el recuerdo de una de las palabras del par cuando se proporciona la otra, o si se sabe o no la respuesta correcta a la pregunta.

Objetivo

El propósito de este trabajo es contribuir a la caracterización de la naturaleza del desconocimiento consciente de información compleja, como la que se incluye en los cursos introductorios de ciencias (Ziegler y Montplaisir, 2014). Se trata de caracterizar el desconocimiento consciente de artefactos utilizados en la vida diaria, como una cerradura o un ventilador, que se estudian también en las asignaturas de tecnología de la enseñanza secundaria.

Un primer paso en el análisis del desconocimiento consciente de un ente es la caracterización de su naturaleza: ¿se compone de elementos que los alumnos encuentran aleatoriamente en el vacío de lo desconocido (Otero e Ishiwa, 2014), o puede identificarse alguna estructura en este desconocimiento y factores que influyen en su generación? La respuesta requiere usar categorías para conceptualizar el desconocimiento generado por los estudiantes. En el trabajo se recurre a la investigación sobre las características del conocimiento conceptual en la memoria y, en particular, a la taxonomía desarrollada por Wu y Barsalou (2009) en estudios que utilizan la tarea de generación de propiedades. En esta tarea se proporciona un término, por ejemplo "sofá", y se pide expresar las propiedades características del concepto correspondiente, por ejemplo, "un sofá es un mueble, es cómodo, se usa para sentarse, etc.". Se supone que las propiedades producidas en una sencilla tarea como ésta reflejan el contenido del concepto en la memoria (Wu y Barsalou, opus cit.). De la misma forma, suponemos que las propiedades generadas en una tarea en la que se solicite expresar todo lo que no se sabe sobre un cierto objeto permitirán acceder a la representación mental del desconocimiento sobre este objeto. Nos interesa averiguar específicamente cómo se distribuyen en las categorías de Wu y Barsalou (2009) los elementos de desconocimiento generados por los alumnos, y cómo se comparan con los elementos de conocimiento generados por estos mismos alumnos.

Método

Participantes

Veintinueve alumnos de tercer curso de Magisterio de la Universidad de Valencia. Uno de ellos fue eliminado por proporcionar respuestas absurdas que indicaban clara falta de interés en la prueba.

Materiales

Los participantes recibían un cuadernillo con el siguiente encabezamiento en la primera página: "Un grupo de profesores de ciencias vamos a escribir, en colaboración con profesores de tecnología, un libro de texto sobre dispositivos de la vida diaria como el ventilador o la nevera. Para incluir contenido apropiado, solicitamos tu ayuda para saber QUÉ CONOCES sobre 4 dispositivos de la vida diaria". A continuación, se solicitaba: "Para ayudarnos en la preparación del libro de texto, por favor indica tres cosas importantes que conozcas sobre el [artefacto]". Disponían aproximadamente de media página para escribir sobre cada uno de los 4 artefactos: ventilador, nevera, grifo y cerradura. En la tercera y cuarta páginas se solicitaba, con un formato similar, QUÉ NO CONOCES sobre los artefactos. El orden de presentación de los artefactos, tanto en el caso de conocimiento como en el de desconocimiento, se varió para que los alumnos no encontrasen siempre la misma secuencia.

Procedimiento

Los alumnos realizaron la prueba de forma anónima en una sesión de clase. Uno de los investigadores (VS), presentó y motivó la actividad para la mejora de la didáctica de las ciencias. Los cuadernillos se repartieron de manera aleatoria y los sujetos contestaron a su propio ritmo, sin limitación explícita de tiempo, invirtiendo entre 30 y 45 minutos. No se impuso un orden para

la cumplimentación del cuestionario, de modo que cada sujeto realizó la tarea en el orden que quiso.

Medidas

Las propiedades se categorizaron según la taxonomía de Wu y Barsalou (2009) ligeramente modificada como se explica a continuación. Las propiedades que los sujetos pueden generar de un concepto se clasifican en categorías generales divididas en subcategorías. La primera categoría general, "Taxonomía", corresponde a clases taxonómicas con las cuales se relaciona el concepto diana. Por ejemplo, de un ventilador se puede generar la propiedad "Es un aparato eléctrico", correspondiente a una clase taxonómica supra-ordenada. La segunda categoría, "Entidad", se refiere a propiedades como características físicas, componentes y funcionamiento de esa entidad ("[Grifo] Suele ser de metal"). "Situación" se refiere a objetos, eventos y referencias espaciales y temporales en situaciones específicas en las que participa el concepto diana ("Las frutas y verduras hay que ponerlas en su cajón [Nevera]"). La cuarta categoría, "Introspección" incluye los estados mentales y las operaciones cognitivas de los sujetos en relación con el concepto diana, así como evaluaciones afectivas del concepto (por ejemplo, "Nunca entendí bien cómo funciona una cerradura"). Las propiedades de contingencia, que incluyen relaciones tales como "si... entonces", "causa", "depende", "requiere", "correlaciona" etc., son parte de esta categoría "Introspección" en la taxonomía original. Sin embargo, nosotros hemos diferenciado una categoría específica llamada "Contingencia" del resto de "Introspección" por la importancia que tienen relaciones como causalidad y correlación en las descripciones y explicaciones científicas. La última categoría, "Miscelánea" incluye información sin relevancia este trabajo, como dudas o meta-comentarios sobre la tarea. En total, se utilizaron las 6 categorías principales anteriores, descompuestas en 45 subcategorías.

Resultados

Efecto del artefacto

Un ANOVA 2x4 con medidas repetidas en conocimiento/desconocimiento y artefacto, mostró un efecto principal del conocimiento/desconocimiento, con más propiedades de conocimiento (M= 5,54, SD= 0,27) que propiedades de desconocimiento (M= 4,48, SD= 0,31; F(1)= 8,240, p= 0,008). No hubo efecto principal de la variable artefacto (F(3)= 1,258, p= 0,294), ni interacción significativa (F(3, 81) = 2,478, p= 0,127). Por lo tanto, los resultados se colapsaron, contabilizando las propiedades totales generadas para los cuatro artefactos.

Distribución de propiedades

Las propiedades Taxonómicas, Introspección y Miscelánea, tanto de conocimiento como de desconocimiento fueron muy poco frecuentes. Por lo tanto, en el análisis siguiente solo se consideraron las tres categorías Entidad, Situación y Contingencia, que tienen frecuencias promedio iguales o superiores a cuatro (una propiedad por alumno y por artefacto, al menos).

Las frecuencias para estas tres categorías principales se sometieron a un ANOVA 2 (conocimiento/desconocimiento) x 3 (Categoría) de medidas repetidas. Se encontró un efecto principal de conocimiento/ desconocimiento (más propiedades de conocimiento que propiedades de desconocimiento) (F(1,27)= 5,683; p= 0,024). Además, se encontraron efectos principales de la Categoría (F(2,26)= 44,121; p< 0,001) y una interacción significativa entre conocimiento/ desconocimiento y la Categoría (F(2,26)= 7,210; p= 0,003). Al analizar los efectos simples se encuentran diferencias significativas entre conocimiento y desconocimiento para las propiedades de Entidad (F(1,27)= 7,007, p= 0,013) y marginalmente significativo para las propiedad de Situación (F(1,27)= 4,061, p=0 ,054). La diferencia no fue significativa en Contingencia (p= 0,953). (Figura 1)

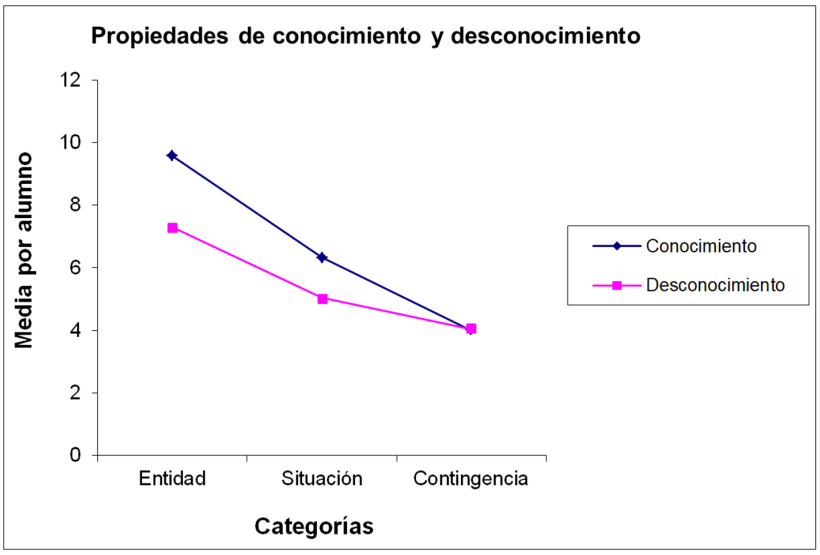


Figura 1. Distribución de las propiedades de conocimiento y desconocimiento en las tres categorías principales

Relación entre propiedades de desconocimiento y de conocimiento

Se correlacionaron los valores medios de propiedades de desconocimiento en cada una de las 45 subcategorías, con los valores medios de propiedades de conocimiento en las mismas subcategorías. El coeficiente de correlación de Pearson fue r= 0,49, resultado de una relación aproximada de proporcionalidad entre propiedades de desconocimiento y de conocimiento. Sin embargo, existen subcategorías, como "Origen" (que incluye propiedades de desconocimiento como "¿Quién la inventó [Cerradura]?", que se separan claramente de esta relación, con un valor importante de propiedades de desconocimiento por alumno (1,86) y despreciable de propiedades de conocimiento (0,04).

Discusión y conclusiones

Este trabajo tenía como objetivo describir como se distribuyen en las categorías de Wu y Barsalou (2009) los elementos de desconocimiento generados por los alumnos, y cómo se comparan con los elementos de conocimiento generados por estos mismos alumnos. Los datos anteriores ponen de manifiesto, en primer lugar, que tanto las propiedades de desconocimiento como las de conocimiento se distribuyen de forma diferente en las principales categorías. Las propiedades de entidad fueron las más citadas, seguidas de las propiedades de situación y las propiedades de contingencia. En lo que respecta al desconocimiento, el resultado concuerda con otros estudios, como el de Graesser, Langston y Bagget (1993), en donde la búsqueda de las características de las entidades con la que se trata es prioritario antes de preguntarse por posibles relaciones causales u otra clase de desconocimiento considerado más profundo.

En segundo lugar, en lo que respecta a la comparación entre desconocimiento y conocimiento, los alumnos que participaron en nuestro estudio pudieron generar algunas propiedades de conocimiento con mayor facilidad que las correspondientes propiedades de desconocimiento: el número de propiedades de conocimiento de entidad fue significativamente mayor que el número correspondiente de propiedades de desconocimiento. Igualmente en el caso de las propiedades de situación. Y esto sucede, de manera aparentemente paradójica, aun cuando el conocimiento sobre una entidad sea naturalmente limitado mientras que el desconocimiento sea aparentemente ilimitado. En todo caso, las relaciones anteriores pueden depender de la familiaridad de los estudiantes con los artefactos, una variable a controlar en estudios futuros. Un conocimiento

deficiente sobre un artefacto podría dar como resultado un número comparable de propiedades de conocimiento y desconocimiento en las categorías entidad y situación.

Finalmente, el número de propiedades de conocimiento y de desconocimiento en las 45 subcategorías correlacionó de manera positiva. Más propiedades de conocimiento en una subcategoría se asociaron en general a más desconocimiento en esta subcategoría. Estos resultados apoyarían la suposición de un papel directo del conocimiento en la generación de desconocimiento. En otras palabras, serían inconsistentes con una hipótesis de "déficit de conocimiento" (Otero y Graesser, 2003) donde menos conocimiento conduce a más desconocimiento. Sin embargo, esta conclusión debe cualificarse por el hecho de la existencia de subcategorías como "Origen", mencionada más arriba, en donde el desconocimiento declarado es importante (¿Cuando/Cómo se fabricó/inventó?) sin que lo sea el conocimiento. Ello apunta a una relación compleja entre el conocimiento de los sujetos y su desconocimiento consciente, cuyo examen precisa de futuros estudios más detallados que el actual.

Referencias

Brown, A.S. (1991). A review of the-tip-of-the-tongue experience. *Psychological Bulletin, 109*, 204-223.

Dunlosky, J. y Nelson, T. O. (1992). Importance of the kind of cue for judgments of learning (JOL) and the delayed-JOL effect. *Memory & Cognition*, *20*(4), 374-380.

Liu, Y., Su, Y., Xu, G. y Chan, R.C.K. (2007). Two dissociable aspects of feeling-of-knowing: Knowing that you know and knowing that you do not know. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 60* (5), 672-680.

Dunlosky, J., y Thiede, K. W. (2013). Metamemory. En D. Reisberg (Ed.), *The Oxford Handbook of Cognitive Psychology (pp.* 283-298). Oxford: Oxford University Press.

Glucksberg, S., y McCloskey, M. (1981). Decisions about ignorance: Knowing that you don't know. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, *7*(5), 311.

Graesser, A. C., Langston, M. C., y Bagget, W. B. (1993). Exploring information about concepts by asking questions. In G. V. Nakamura, R. M. Taraban, & D. Medin (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Vol 29, categorization by humans and machines* (pp. 411–436). Orlando, Fl: Academic Press.

Graesser, A.C., y McMahen, C.L. (1993). Anomalous information triggers questions when adults solve quantitative problems and comprehend stories. *Journal of Educational Psychology*, *85*(1), 136.

Koriat, A. (1993). How do we know that we know? The accessibility model of the feeling of knowing. *Psychological review*, *100*(4), 609.

Loyens, S.M., y Rikers, R.M.J.P. (2011). Instruction based on inquiry. *Handbook of research on learning and instruction*, 361-381.

Otero, J., y Ishiwa, K. (2014). Cognitive processing of ignorance. En D. N. Rapp & J. L. G. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 329-350). Cambridge, MA: MIT Press.

Rosenshine, B., Meister, C., y Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of educational research*, *66*(2), 181-221.

Tobias, S. y Everson, H.T. (2002). *Knowing that you know and what you don't: further research on metacognitive knowledge monitoring (College Board Rep. Nº 2002-03)*. New York: College Board.

Torres, T., Duque, J., Ishiwa, K., Sánchez, G., Solaz-Portolés, J. J., y Sanjosé, V. (2012). Preguntas de los estudiantes de educación secundaria ante dispositivos experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, *30*(1), 0049-60.

Wu, L. L., y Barsalou, L. W. (2009). Perceptual simulation in conceptual combination: Evidence from property generation. *Acta psychologica*, *132*(2), 173-189.

Zohar, A. y Barzilai, S. (2013) A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education, 49*:2, 121-169.

Ziegler, B. y Montplaisir, L. (2014). Student perceived and determined knowledge of biology concepts in an upper-level biology course. *CBE-Life Sciences Education*, 13, 322-330.

Procesos metacognitivos durante la resolución en voz alta de problemas por futuros profesores de física

Tarcilo Torres[1] **y Vicente Sanjosé**[2]

[1]Facultad de Educación. Universidad de Antioquia, Colombia. [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valencia, España

vicente.sanjose@uv.es

Resumen:

En el complejo proceso de resolución de un problema, el que lo resuelve debe realizar acciones metacognitivas: definir operacionalmente la meta a la que debe llegar (relacionada con la demanda explícita del problema), controlar el avance hacia ella en cada momento, y evaluar el grado de su consecución final. En esta investigación se analizan las diferencias entre expertos y novatos en sus acciones metacognitivas durante la resolución de problemas de física definidos e indefinidos. Se entrevistaron 16 estudiantes de 3er y 10º semestres de la licenciatura en Matemática y fisica (Medellín, Colombia), y 3 profesores de física usando la técnica Think Aloud Se utilizó una taxonomía validada en resolución de problemas para clasificar las acciones metacognitivas. Se muestran resultados para tres casos, un experto y dos estudiantes.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias; Formación de profesores de Física; Resolución de problemas.

Introducción

La resolución de problemas es una tarea utilizada en todas las aulas del mundo en donde se explica física y matemáticas, tanto para enseñar como para evaluar el aprendizaje. La razón es que un problema demanda del resolvente la capacidad para aplicar las leyes y principios aprendidos de forma no memorística, elaborando inferencias.

Aunque la literatura internacional muestra una elevada cantidad de estudios dedicados a la resolución de problemas (Solaz-Portolés, Sanjosé, y Gangoso, 2013), se encuentran pocos trabajos sobre la relación entre destrezas metacognitivas y éxito en la resolución de problemas. El desarrollo de destrezas metacognitivas ha mostrado ser uno de los principales factores en el éxito académico de los estudiantes (Wang, Haertel y Walberg, 1993), que en algunos casos puede explicar el 40% de la varianza (Veenman, 2008).

En esta investigación se asume que si se promueve el desarrollo de la metacognición en los estudiantes de física, se mejorará su aprendizaje de esta ciencia. Conociendo los obstáculos cognitivos y metacognitivos que encuentran los estudiantes durante el proceso de resolver diferentes problemas, se podrían diseñar materiales y métodos de enseñanza más efectivos para lograr mejorar los objetivos de la educación en física.

La pregunta general que origina esta investigación puede formularse así: ¿qué diferencias entre expertos y novatos se evidencian en tipo y frecuencia de acciones cognitivas y metacognitivas, que se asocian con el éxito o fracaso en la resolución de problemas de física?

Modelos teóricos asumidos

El modelo cognitivo asumido es el propuesto por Kintsch y Greeno (1985), extendido por Greeno (1989) y reinterpretado por Truyol, Gangoso y Sanjosé (2014), según el cual para resolver un problema de física con enunciado se han de elaborar diferentes representaciones mentales, en particular el modelo de la Situación (MS), el modelo Físico Conceptual (MFC) y el modelo Físico Formalizado (MFF). Además, se ha de saber cómo relacionarlos realizando diferentes tránsitos entre ellos: MS→ MMC (elaboración del modelo físico); MMC→ MFF (formalización); MFF→MFC (interpretación física); MFC→ MS (ejemplificación en la realidad).

El modelo metacognitivo se basa en la taxonomía propuesta por Meijer, Veenman, y van Hout-Woltersc (2006), que define seis categorías principales para las acciones metacognitivas durante la resolución de un problema: orientación (OR), planeación (PL), ejecución (EX), monitorización (MO), evaluación (EV) y elaboración (EL). Cada una de esas categorías contiene a su vez acciones metacognitivas específicas que en total suman veintidós.

Para poder poner en juego los componentes de estos modelos se utilizaron dos problemas, uno definido y otro indefinido (Truyol, Sanjosé, y Gangoso, 2014; 2012). En el caso de la física, un problema indefinido (llamados "cerrados" exige al resolvente la elaboración del modelo físico conceptual, mientras que un problema definido solo requiere elaborar el modelo físico formalizado a partir de un modelo físico ya sugerido en el enunciado (problemas también llamados "abiertos").

Método

Utilizamos la técnica *Think Aloud* (pensamiento en voz alta) para obtener datos de procesos mentales de sujetos resolventes, con las ventajas e inconvenientes que conlleva (Ericsson y Simon, 1993; Nielsen, 2012). Los resolventes se enfrentaron a 2 problemas en sesiones individuales grabadas con su permiso.

Participantes

Participaron 16 estudiantes de tercer y décimo semestres y 3 profesores de física de un grado universitario de formación de profesores de matemáticas y física, en una universidad pública de Colombia. En el presente trabajo se muestran únicamente los resultados de 3 participantes, 1 profesor, 1 alumno de 10º semestre y 1 alumno de 3er semestre.

Materiales

Se seleccionaron dos problemas experimentales de física-mecánica, y de cada uno de ellos se elaboraron dos versiones, una definida (con datos numéricos en el enunciado y demanda concreta, también numérica) y otra indefinida (sin datos en el enunciado y con demanda no numérica). Los 4 enunciados resultantes se exponen en la Tabla 1.

Además, se utilizó un problema de prueba, también de física, para practicar la técnica *Think Aloud*.

Como se dijo en la introducción, se utilizó la taxonomía de Meijer, Veenman, y van Hout-Woltersc (2006) para definir y clasificar acciones metacognitivas del sujeto, observables por verbalizaciones o por movimientos, en 6 categorías: OR, PL, EX, MO, EV, EL.

Dos expertos independientemente identificaron y clasificaron las acciones de un resolvente según las 6 categorías. El índice kappa obtenido fue 0.94, correspondiente a un acuerdo muy bueno (Landis y Koch, 1977).

Tabla 1: Enunciados experimentales

Versión Definida	Versión Indefinida
P1D: Sobre un coche de 1000 kg que se desplaza a una velocidad de 20 m/s, actúa una fuerza de frenado de 2000 N. ¿Qué velocidad llevará el coche a los 75 m de donde comenzó a frenar?	**P1I**: Un coche circula por una vía urbana y, cuando está a cierta distancia de un cruce, ve que el semáforo cambia de verde a amarillo (y luego, vendrá el rojo). ¿Le da tiempo a frenar antes del cruce?
P2D: Dos coches iguales de 1000 kg de masa circulan por los dos carriles paralelos de una carretera horizontal. Entonces encuentran una curva perfectamente circular de 180 grados. El carril interior tiene un radio r= 20m, y el exterior, un radio R= 30m. La fuerza máxima de rozamiento de los neumáticos con el asfalto es 1000N. ¿Qué tiempo tardará como mínimo cada coche en describir la curva?	**P2I**: Dos coches de competición iguales, llegan en paralelo a la última curva del circuito tras la cual está la meta. Se trata de una curva perfectamente circular de 180 grados. Ambos coches llegan a la vez y describen la curva sin derrapar, uno "por dentro", con menor radio, y el otro "por fuera", con mayor radio. ¿Cuál de ellos ganará?

Medidas

Para cada una de esas categorías se obtuvo cantidad de acciones y tiempo total invertido en ella. Además, en cada problema se atendió a: Resolución completa y correcta o no; elaboración del Modelo Físico Formalizado correcta o no (ambos problemas); elaboración del Modelo Físico Conceptual a partir del modelo de la Situación del enunciado (solo en problema Indefinido) correcta o no, Interpretación Física del resultado.

Condiciones

Se alternó el orden de esos problemas para contrabalancear posibles efectos no controlados. Las condiciones experimentales fueron: P1D-P2I; P2I-P1D; P1I-P2D; P2D-P1I. Los sucesivos participantes en cada nivel de pericia (3º/10º/profesor) fueron asignados a una de las 4 condiciones de la prueba de modo alterno.

Procedimiento

Se dispuso una habitación específica para la realización de las entrevistas individuales. Una cámara de video se dispuso en una mesa diferente y adjunta a la mesa de trabajo, y en posición trasero-lateral elevada, de modo que toda alocución del resolvente quedara grabada en audio, y toda acción quedara claramente visible pero nunca su rostro.

Un investigador estuvo presente en las sesiones interactuando con el resolvente solamente para: (a) ayudar a verbalizar acciones no expresadas; (b) clarificar o confirmar el significado de una alocución. Se respetaron los tiempos que los resolventes necesitan para elaborar razonamientos antes de verbalizarlos, con el fin de no alterar dichos pensamientos o condicionarlos.

Resultados provisionales y Discusión

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los 3 casos analizados para las variables cognitivas, es decir, asociadas con la construcción y transición entre representaciones mentales necesarias para resolver los problemas experimentales.

Tabla 3: Variables cognitivas para los 3 casos analizados en ambos problemas

Problemas		Sujetos		
		PROF	**AL1**	**AL2**
PD	RESOL	Completa Correcta	Incompleta Correcta	Incorrecta
	MFF	Completo Correcto	Parcial Correcto	Incorrecto
	INT	Correcta	Correcta	Incorrecta
PI	RESOL	Completa Correcta	Incompleta Correcta	No Resuelto
	MFC	Completo Correcto	Parcial Correcto	Incorrecto
	MFF	Correcta	Correcto	Incorrecto
	INT	Correcta	Correcta	No Realiza

Las Figura 1a y 1b muestran, en ambos problemas, las proporciones del tiempo empleado por los 3 sujetos analizados que se dedica a cada una de las acciones en las categorías contempladas. Las diferencias más evidentes se dan en Orientación (OR) donde los porcentajes disminuyen gradualmente con la pericia, y en Planificación (PL) en donde aumentan gradualmente. Esto muestra que la mayor experiencia implica una activación más eficiente del conocimiento previo (OR) pero también implica una mayor atención a la planificación de la resolución (PL).

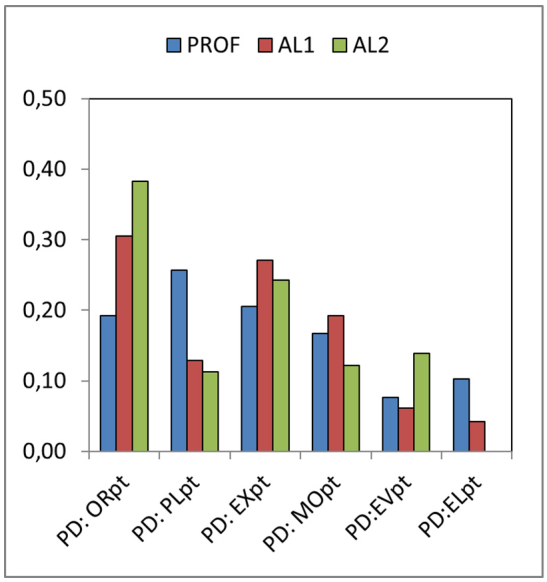


Figura 1a: Proporción del tiempo total en acciones de cada categoría para PD

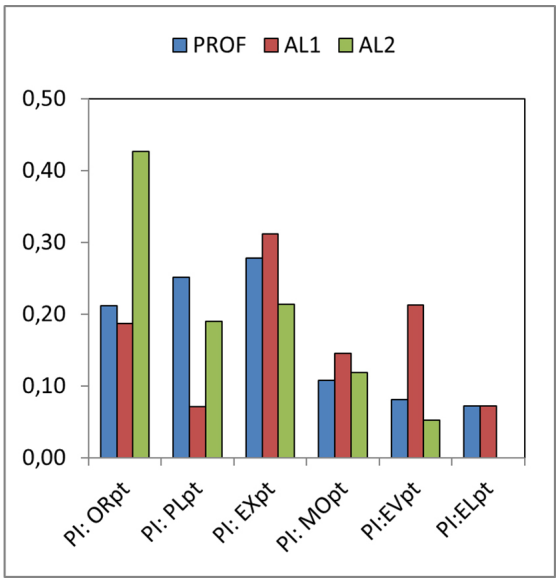


Figura 1b: Proporción del tiempo total en acciones de cada categoría para PI.

Las proporciones de acciones en cada categoría siguieron el mismo patrón que las de tiempos, excepto para la categoría Ejecución (EX) en donde los tiempos por acción del profesor (PD: 4,0 s/acc; PI: 6,9 s/acc) fueron mucho menores que los de los dos alumnos (PD: 14,4 s/acc AL1; 15,2 s/acc AL2; PI: 11,8 s/acc AL1 16,2 s/acc AL2). Esto, probablemente, es una característica propia de un alto nivel de pericia: una vez se orienta y se planifica el problema, la ejecución de la resolución (elaboración de MFC MFF) es muy rápida. De hecho, el tiempo/acción global va en aumento gradual con la pericia (Prof< AL1< AL2) en ambos problemas.

Respecto a las diferencias entre PD y PI en interacción con la pericia, encontramos que el profesor emplea un tiempo superior en PI respecto de PD, que se manifiesta en diferencias sobre

todo en OR, PL y EX (en PI hay que elaborar el MFC y en PD no). Por su parte, el alumno de nivel alto AL1 emplea un tiempo similar en ambos problemas; esto se debe principalmente porque en ninguno de ellos logra elaborar con precisión el modelo físico conceptual; además, se le dificulta identificar los conocimientos previos adecuados para lograr la solución. En el caso del alumno de nivel bajo, AL2, emplea menor tiempo en PI, porque al no lograr abordar la resolución adecuadamente, y al presentar fallas en la comprensión queda atascado en la parte de elaboración de MFF (relaciones matemáticas entre conceptos físicos) e incluso en la elaboración de MFC (en el problema PI), y al final abandona.

El alumno AL1 emplea una enorme cantidad de acciones en una fase inicial de orientación de problema OR, descargando el conocimiento previo y algún esquema de resolución aplicable en ambos problemas. Luego ejecuta pocas acciones de planificación (PL). Tanto en OR como en PL realiza más acciones en PD que en PI, a pesar de que este último requiere elaborar el MFC. En contraste, el profesor ejecuta más acciones en PI que en PD, en proporción bastante mayor que AL1 en la fase de Planificación y también en la fase de Ejecución.

Esas diferencias siguen el patrón revelado por Chi, Feltovich, y Glaser (1981). Aunque en el estado actual de análisis de los datos todavía no es posible determinar con detalle en qué aspectos concretos se dan las diferencias señaladas por dichos autores, los datos recogidos para todos los participantes, en especial los relativos a la taxonomía de acciones dentro de cada una de las 6 grandes categorías, en conjunción con el modelo cognitivo asumido, deberá permitir hacerlo.

Referencias Bibliográficas

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., y Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science, 5*, 121–125.

Ericsson, K., y Simon, H. (1993). Protocol Analysis: Verbal Reports as Data. Boston: MIT Press.

Greeno, J.G. (1989). Situations, mental models, and generative knowledge. En D. Klahr and K. Kotofsky (Eds.) Complex Information Procession: The Impact of Herbert A. Simon (pp. 285-318). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kintsch, W. y Greeno, J.G. (1985). Understanding and Solving Word Arithmetic Problems. Psychological Review, 92(1), 109-129.

Landis, J. R., y Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33, 159-174.

Meijer, J., Veenman, M.V.J. y van Hout-Wolters, B.H.A.M. (2006). Metacognitive Activities in Text-Studying and Problem-Solving: Development of a Taxonomy. Educational Research and Evaluation, 12, 209-237. http://dx.doi.org/10.1080/13803610500479991.

Nielsen, J. (2012). Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. Recuperado de: https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool/.

Truyol, M. E., Sanjosé, V. y Gangoso, Z. (2014). Obstacles modelling reality: Two exploratory studies on physics defined and undefined problems. Journal of Baltic Science Education, 13 (6), 883-895.

Truyol, M.E., Gangoso, Z., y Sanjosé, V. (2012). Modeling in physics: a matter of experience?, Latin - American Journal of Physics Education. (6)SI, 260-265.

Veenman, M.V.J. (2008). Giftedness: Predicting the speed of expertise acquisition by intellectual ability and metacognitive skillfulness of novices. In M.F. Shaughnessy, M.V.J. Veenman, & C. Kleyn-Kennedy (Eds.), Meta-cognition: A recent review of research, theory, and perspectives (pp. 207-220). Hauppage: Nova Science Publishers.

Wang, M.C., Haertel, G.D. and Walberg, H.J. (1993). Review of Educational Research, 63 (3), 249-294.

Control metacognitivo en la comprensión de problemas resueltos: análisis de proceso

José Javier Verdugo-Perona, Carlos B. Gómez-Ferragud, Joan Josep Solaz-Portolés y Vicente Sanjosé

Grupo de investigación CDC y Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universitat de València

javiverpe@gmail.com

Resumen:

En este trabajo se muestran datos sobre control y regulación metacognitiva de alumnos en una tarea de juzgar la comprensibilidad de un problema con enunciado totalmente resuelto. Se insertaron errores específicos en la traducción algebraica de los problemas que el alumnado debería señalar, si ejerce un control adecuado de su comprensión. Se usó el programa Read & Answer para estudiar el proceso, y no sólo el producto, de control metacognitivo. Se definieron indicadores de proceso que discriminan distintas conductas de los sujetos y sus resultados.

Palabras clave: aprendizaje de las ciencias; resolución de problemas; control de la comprensión; indicadores de proceso.

Introducción

Para enseñar a resolver problemas, los profesores usan con frecuencia un conjunto de ejemplos que resuelven y explican con cuidado, y que mantienen entre sí relaciones estrechas asociadas con el contenido trabajado. Luego se solicita a los estudiantes que resuelvan otros problemas diferentes, relacionados con el conjunto de ejemplos. El resolvente debe entonces transferir lo aprendido en los ejemplos (el esquema común que los une) a los nuevos problemas (Gómez, Solaz y Sanjosé, 2013). Si el alumno no comprende, y no posee un adecuado desarrollo de la estrategia de control de su propia comprensión, puede no darse cuenta de que no ha comprendido, no pedir ayuda y dilatar en el tiempo su carencia. Disponer de unas estrategias de control de la comprensión pobres podría conducir al fracaso académico (Krasiejko, 2010).

Comprensión y control de la comprensión de un problema

Controlar la propia comprensión es un proceso distinto de comprender, pero uno no puede entenderse sin el otro. Comprender un problema con enunciado significa elaborar representaciones mentales de alto nivel (Kintsch, 1998; Kintsch y Greeno, 1985; Truyol, Sanjosé y Gangoso, 2014). Otero y Graesser (2001) han sugerido que las acciones regulatorias metacognitivas observables de los aprendices se deben poder asociar con obstáculos aparecidos en cada uno de esos niveles de representación. Así pues, en una tarea en la que la meta sea comprender un problema con enunciado que se ofrece resuelto, un resolvente podría evidenciar obstáculos de comprensión en los procesos: a) elaboración del MS (objetos y eventos del mundo que el enunciado describe); b) construcción del MP a partir del MS (proceso de Traducción); c) navegación dentro del MP (cálculos a partir del planteamiento); d) Interpretación del resultado (coherencia entre el valor obtenido y el modelo de la situación elaborado).

Propósito del estudio

Pretendimos analizar el proceso de control metacognitivo de la comprensión de la resolución de problemas en alumnos universitarios en una tarea de juzgar la comprensibilidad de un problema con enunciado y totalmente resuelto, y definir indicadores capaces de discriminar las diferentes conductas posibles de los sujetos. Siguiendo el paradigma de detección de errores (Baker, 1979), la manipulación experimental consistió en insertar un error deliberado en la resolución propiamente dicha de un problema. Si el sujeto monitoriza adecuadamente su comprensión, debería detectar y señalar dicho error. Este estudio se centró únicamente en la detección de obstáculos de Traducción algebraica.

Se analizó también la relevancia que tiene, en este proceso de monitorización de la comprensión, la construcción de un adecuado modelo de la situación (MS). Por ello, se comparó un enunciado de la vida ordinaria (contexto de Familiaridad Alta para los participantes), con uno propio de la ciencia (contexto de Familiaridad Baja), manteniendo igual la estructura algebraica de los problemas (Novick, 1988).

Modelo teórico asumido

De acuerdo con el modelo Construction-Integration de Kintsch (1998), para poder detectar una inconsistencia en la información procesada el sujeto debe: 1) construir, activar y procesar en su memoria de trabajo en un mismo ciclo (fase de Construcción) 2 o más proposiciones contradictorias (textuales o no; alguna puede proceder de su conocimiento previo, o ser elaborada mediante inferencias); 2) además, las ha de comparar entre sí para notar su incompatibilidad (fase de Integración según ese modelo). Darse cuenta de esa incompatibilidad, debe producir una elevación del tiempo de procesamiento, algo que se encontró hace tiempo en experimentos sobre comprensión de textos (Baker y Anderson, 1981). El modelo ha sido validado repetidamente para lenguaje ordinario, como es el enunciado de un problema, y nosotros lo extenderemos al lenguaje algebraico propio de su resolución.

Método

Participantes

La muestra la componen 39 estudiantes del Máster en Profesor de Secundaria (especialidad Tecnología) en una universidad pública española de una ciudad grande. Debido a su formación en ingenierías, estos alumnos tienen alto conocimiento en resolución de problemas algebraicos.

Materiales, medidas y procedimiento

Se utilizó el error de traducción algebraica bien conocido, llamado “error de inversión” (Cooper, 1986). Este error se insertó en una de las dos ecuaciones lineales que constituyen la estructura algebraica del problema experimental. Dos enunciados diferentes se elaboraron para esa misma estructura, uno con una situación de la vida diaria (condición de Familiaridad Alta; FA en adelante), y otro con una situación propia de la ciencia (condición de Familiaridad Baja; FB en adelante). Los problemas en ambas condiciones se recogen en el Anexo 1.

Las sesiones experimentales se realizaron en horario de clase y en el aula de informática. La participación fue totalmente voluntaria. La duración de la sesión no superó los 55 min en ningún caso. La toma de datos se realizó usando el programa informático Read & Answer (Cerdán, Vidal-Abarca, Salmerón, Martínez y Gilabert, 2009) que muestra el enunciado y la resolución de un problema en la pantalla de un ordenador. Cada problema se segmentó en unidades de información: Enunciado con 3 unidades (S1 y S2 que permiten elaborar el modelo de la situación; S3, que propone la pregunta), Resolución (R1 y R2, ecuaciones que representan el modelo del problema o planteamiento; R3, R4 y R5, que recogen el desarrollo algebraico y el resultado); Solución, con el resultado expresado con palabras.

En cada momento, el participante solo puede leer una de las unidades de información pulsando con el ratón sobre ella; el resto permanece borroso. El programa permite acceder a otra pantalla en donde se define la tarea y se puede escribir la respuesta a la tarea propuesta. El sujeto puede transitar del problema a la tarea y al revés, y modificar su respuesta tanto como desee. La tarea fue juzgar la comprensibilidad del problema, enunciado y resolución, explicitando por escrito todo aquello que resultase incorrecto, contradictorio o incomprensible. Read & Answer registra y proporciona la secuencia de lectura de cada segmento información o escritura de repuestas (parciales y final). También registra el tiempo asociado con el procesamiento de cada segmento. A partir de estos datos, se definieron indicadores de dos tipos: (a) de producto, o cantidad de errores de inversión correctamente señalizados; (b) de proceso, para dar cuenta de las acciones del sujeto. De acuerdo con el modelo teórico elegido, se definieron los siguientes indicadores de proceso de control y regulación de la propia comprensión:

A) Construcción y discriminación de información pertinente. Para cada sujeto se determinó su velocidad normal y su desviación típica (DT) eliminando las visitas con menos de 100 ms/pal o 100 ms/simb, y 'outliers'. A1) Cuando una persona detecta una contradicción, su tiempo de procesamiento se debe elevar significativamente. Por tanto, al menos una vista a cada una de las ideas implicadas en la contradicción debería mostrar esa elevación. A2) Número de visitas para procesar segmentos pertinentes: obstáculos de comprensión o detección de inconsistencias deben reflejarse en una mayor atención a las ideas implicadas.

B) Procesamiento simultáneo: se atendió a la existencia de enlaces directos y deliberados entre segmentos de información no consecutivos.

Algunos de estos indicadores de proceso ya han sido utilizados en estudios con textos (Vidal-Abarca, Mañá y Gil, 2010). Para familiarizarse con el programa Read & Answer y con la tarea, se utilizó un problema de práctica, seleccionado a partir de un estudio preliminar de carácter exploratorio y con una dificultad intermedia para estos sujetos (id=0,70). Tras él, los participantes acometieron el problema experimental en condición de alta o de baja familiaridad.

Resultados

La Tabla 1 muestra la cantidad de participantes en cada condición capaces de señalar el error insertado merced a una monitorización correcta que: a) detectaron el error insertado en la resolución algebraica ("error de inversión") mediante chequeo directo del proceso de traducción (es decir, comprobando la corrección de las ecuaciones planteadas R1 y R2); b) encontraron el error insertado después de interpretar el resultado como anómalo a la luz del modelo de la situación.

Tabla 1. Cantidades y porcentajes de participantes que señalaron el error algebraico insertado mediante interpretación del resultado o mediante traducción directa.

	Familiaridad BAJA		Familiaridad ALTA	
	N	%	N	%
Señala Error insertado	13	65,0	16	84,2
Tras Interpretar el resultado numérico	6	30,0	12	63,1
Por Traducción directa	7	35,0	4	21,1
Total participantes	20	100	19	100

Más estudiantes en la condición FA que en FB (16 alumnos, 84% frente a 13, 65%) lo hicieron correctamente. De forma complementaria, doble número de participantes en condición FB (7 frente a 3 alumnos en condición FA) declararon, bien no tener ninguna dificultad para entender

el problema experimental, o bien que había alguna anomalía en el problema sin determinar dicho error.

Los sujetos con buen control metacognitivo siguieron dos procesos: a) el control sobre la traducción algebraica de la situación del enunciado (elaboración del modelo del problema a partir de las relaciones entre cantidades); b) la interpretación del resultado en relación con la situación del enunciado. En el camino (a) el participante conecta directamente cada segmento del enunciado con cada ecuación planteada (enlaces S1-R1) y comprueba su corrección (elevación tiempo procesamiento y mayor número de visitas en S1 y en R1). En el camino (b) el alumno pasa por alto el error insertado y continúa adelante hasta que llega al resultado numérico en el que se detiene largamente (mayor tiempo de procesamiento), conecta el resultado con el MS elaborado a partir del enunciado mediante enlaces solución-enunciado-solución, y lo inadecuado del valor numérico respecto del modelo de la situación elaborado le fuerza a revisar la resolución algebraica (después parece elevación de tiempo de procesamiento en R1).

Las condiciones FB o FA se asociaron con diferencias en la cantidad de participantes que siguieron uno de ambos caminos para detectar correctamente el error insertado (Tabla 1). El proceso de Interpretación del resultado fue más frecuente en FB que en FB (6 vs 12 participantes, es decir 63% vs 30% del total de participantes). Otros sujetos encontraron el error al examinar directamente la corrección de las ecuaciones. En condición FB un 35% del total de alumnos siguió este camino por un 21% en condición FA.

En la Tabla 2 se ofrecen algunos de los indicadores de proceso para la tarea propuesta. Los valores se han calculado para 4 casos o participantes: IH, FM, AP y MR. Los rasgos principales de estos casos son los siguientes:

IH: condición FB. Identifica el error de traducción directamente a partir de la traducción algebraica, sin necesidad de interpretar el resultado. Además, indica cuál debería ser la ecuación correcta.

FM: condición FB. Detecta que el resultado es absurdo tras interpretar el resultado numérico y no antes. A partir de ello inicia un proceso de revisión que le permite encontrar y determinar el error insertado.

AP: condición AF. Detecta que el resultado es absurdo tras interpretar el resultado numérico y no antes. Indica que "debe haber algo mal", pero no determina con claridad el error insertado en una de las ecuaciones.

MR: condición AF. No detecta ninguna inconsistencia y expresa que la resolución del problema le parece correcta y clara.

Tabla 2. Algunos indicadores de proceso para tres participantes.
Los datos en negrita diferencian cada caso de los demás y lo caracterizan.

CASOS ejemplo	IH	FM	BU	MR
Proceso de Interpretación del resultado				
% Tiempo total leyendo Solución	2%	**7%**	**15%**	3%
Visita lenta a Solución ms/pal (veces vel normal)	405,3 (0,9)	784,0 (1,6)	8013,3 **(21,8)**	682,5 (1,7)
Num Visitas a Solución (% esperado= 11%)	3 (5%)	13 (10%)	**9 (12%)**	4 (8%)
Enlaces S1-S2-Soluc deliberados (% enlaces)	1 (17%)	**3** (21%)	**3** (75%)	0

Detección del error en la ecuación R1				
Vis Lenta S1 (ms/pal) (veces ritmo normal)	2044 **(4,6)**	1605 (3,3)	654 (1,8)	1096 (2,8)
Num Visitas S1 (% esperado= 11%)	9 **(15%)**	20 **(15%)**	6 (8%)	3 (6%)
Vis Lenta R1 (ms/simb) (veces ritmo normal)	2610 **(4,2)**	1339 **(3,0)**	1058 (1,8)	814 (1,8)
Num Visitas R1 (% esperado= 11%)	10 **(17%)**	17 **(13%)**	5 (7%)	4 (9%)
Enlaces S1-R1 o R1-S1 deliberados (% enlaces)	**4** (67%)	**3** (21%)	0	0

S1, R1, Solución = segmentos de información. Ver Anexo 1; ms/pal = ritmo de lectura de texto en milisegundos por palabra; ms/simb = ritmo de lectura del algebra en milisegundos por símbolo (se incluyen variables, cantidades numéricas, operaciones, los paréntesis, y signo igual). Ritmo normal = ms/pal y ms/simb calculado para cada sujeto y que representa su ritmo normal de lectura.

Discusión y Conclusiones provisionales

Los resultados provisionales sugieren que a igual estructura, el contexto científico, menos familiar que el contexto de la vida diaria, dificulta al estudiante la elaboración de un modelo de la situación rico y, por tanto, también dificulta la interpretación del resultado. No en vano los profesores insisten en la necesidad de que los alumnos interpreten siempre los resultados obtenidos... pero esto puede resultar más costoso para los resolventes cuando los enunciados muestran situaciones cuya representación mental no resulta fácil de elaborar, aunque la estructura de los problemas (es decir, las relaciones entre cantidades) se haya trabajado en otros contextos más familiares.

Para sujetos que sí controlan la traducción algebraica, los resultados provisionales sugieren una elevación del tiempo de procesamiento de las ideas implicadas. Aparece al menos una visita muy lenta tanto en S1 como en R1 (en ms/palabra o ms/símbolo, siempre en relación con la velocidad normal de lectura cada sujeto) que, junto a la respuesta dada por el sujeto, indica la detección de alguna inconsistencia. También el número de visitas a estos segmentos supera el valor esperado por azar. Finalmente, aparecen enlaces directos entre ambos segmentos S1 y R1 que indican una atención especial del sujeto al proceso de traducción algebraica de S1 en R1.

En cuanto al proceso de interpretación del resultado (sujetos FM y BU), fuente también de detección de incoherencias, los indicadores llamativos son los relativos a la lectura de la solución (porcentajes de tiempo total más altos), vista lenta a la solución (supera o se acerca al valor esperado por azar) y los enlaces entre ella y el enunciado (los no consecutivos, es decir, S1-Solución, o S2-Solución, o Solución-S2).

Los límites concretos (valores numéricos) de discriminación están pendientes de establecer a partir de una muestra suficiente de participantes.

Referencias bibliográficas

Baker, L. (1979). Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusions. *Journal of Reading Behavior*, *11*, 363-374.

Baker, L. y Anderson, R. I. (1982). Effects of inconsistent information on text processing: Evidence for comprehension monitoring. *Reading Research Quarterly, 17*, 281–294.

Cerdán, R., Vidal-Abarca, E., Salmerón, L., Martínez, T. y Gilabert, R. (2009). Read & Answer, A tool to capture on-line processing of electronic texts. *The Ergonomics Open Journal, 2*, 133-140.

Cooper, M. (1986). The dependence of multiplicative reversal on equation format. *Journal of Mathematical Behaviour*, *5*(2), 115–120.

Gómez, C.B., Solaz-Portoles, J.J., y Sanjosé, V. (2013). Analogy construction and success in mathematics and science problem-solving: a study with secondary students. *Revista de Psicodidáctica, 18*(1), 81-108.

Greeno, J.G. (1989). Situations, Mental Models, and Generative Knowledge. En D. Klahr y K. Kotovsky (Eds.), *Complex Information Processing: The Impact of Herbert Simon*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, (pp. 285-318).

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Kintsch, W. y Greeno. J. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review, 92*(1), 109-129.

Krasiejko, I. (2010). The Role of Metacognition in Education. *The New Educational Review, 20*, 120-128.

Novick, L. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertice. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 14*, 510-520.

Otero, J. y Graesser, A. C. (2001). Elements of a model of question asking. *Cognition and Instruction, 19*(2), 143-175.

Truyol, M.E., Sanjosé, V. y Gangoso, Z. (2014). Obstacles modelling reality: two exploratory studies on physics defined and undefined problems. *Baltic Journal of Science Education, 13*(6), 883-895.

Vidal-Abarca, E., Mañá, A., y Gil, L. (2010). Individual differences for self-regulating task-oriented reading activities. *Journal of Educational Psychology, 102*(4), 817-826.

Anexo 1

Problemas experimentales en las dos condiciones de familiaridad. Los asteriscos señalan el error insertado que se debe señalar.

Familiaridad	Enunciado	Resolución
Baja (Contexto científico)	S1: En una disolución hay veintinueve veces más volumen de agua (A) que de ácido (C). S2: En total hay seiscientos mililitros de disolución. S3: ¿Cuánto ácido hay en esa disolución?	R1: 29 • A = C (*) R2: C + A = 600 R3: 29 • (600 – C) = C R4: 17400 = 30 • C R5: C = 580 **Sol**: quinientos ochenta mililitros de ácido
Alta (Contexto de la vida diaria)	S1: En un colegio hay veintinueve veces más alumnos (A) que profesores (P). S2: En total hay seiscientas personas. S3: ¿Cuántos profesores hay en el colegio?	R1: 29 • A = P (*) R2: A + P = 600 R3: 29 • (600- P) = P R4: 17400 = 30 • P R5: P = 580 **Sol**: quinientos ochenta profesores

Línea 5.

Educación científica y sociedad

Línea 5. Educación científica y sociedad

Comunicaciones

Identificación de la presencia de la publicidad en los envases de productos alimenticios por parte de estudiantes del grado de Educación Infantil

Jose M. Hierrezuelo Osorio, Teresa Lupión Cobos y Jesús R. Girón Gambero

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

jose.hierrezuelo@uma.es

Resumen

En este trabajo se analiza la identificación que 92 estudiantes del Grado de Educación Infantil en la Universidad de Málaga realizan sobre la publicidad que aparece en el etiquetado de un conocido producto alimenticio, y su comparación con las de un grupo de profesorado experto. La toma de datos se realizó mediante un cuestionario en el que se recogieron datos de ámbito académico y personal, y en el cual tenían que valorar, mediante una escala Likert de 1 a 4, cada uno de los elementos incluidos en el etiquetado, en términos de si los consideraban como información publicitaria, información científica usada publicitariamente o información científica. Las valoraciones recabadas han mostrado un alto nivel de acuerdo entre las estudiantes y el grupo de profesorado experto.

Palabras clave: Alimentación; publicidad; maestras de educación infantil en formación inicial.

Introducción

El uso de la publicidad desarrolla un papel primordial en el posicionamiento de la transmisión de mensajes sobre el público receptor ya que actúa destruyendo o implantando valores y nuevas formas de comportamiento que dan lugar a cambios en los entornos laboral, familiar, alimentario, personal, etc. de nuestra vida diaria. En definitiva, la publicidad puede ser considerada como el arte de convencer a consumidores (Bassat, 1998; Castro, 2008). Por tanto, no se puede negar que hoy en día vivimos ampliamente influenciados por la publicidad, y de hecho se podría afirmar que la juventud actualmente es en gran parte producto de ese efecto publicitario al que continuamente están siendo expuestos, y constituyen, sin duda, uno de los contextos sociales de interés para el alumnado (Blanco, España y Rodríguez, 2012).

La publicidad que consumimos a diario hace uso de la ciencia para dar veracidad y un nivel de calidad a los productos que ofrecen (Medina, Sorbías y Ballano, 2007). De igual forma, existe la creencia de que, si un determinado producto está avalado científicamente, lleva implícito un respaldo de calidad que lo puede hacer mejor que otro producto. Por tanto, los mensajes publicitarios y la información científica pueden aparecen de forma muy interconectadas en la publicidad. De hecho, existe una relación entre los caminos creativos (Bassat, 1998) que se utilizan en la publicidad y el uso que se hace de la ciencia como un elemento publicitario. Los publicistas construyen los argumentos publicitarios basándolos en la ciencia, para presentar una justificación sólida a los consumidores que les genere la necesidad de compra de un determinado producto. A pesar de la importancia que tiene la publicidad en nuestra vida diaria y su influencia en los estudiantes, no conocemos estudios de cómo éstos identifican la publicidad

que está presente en los productos que consumen habitualmente. Así, en este trabajo, se analiza cómo estudiantes del Grado de Educación Infantil identifican la publicidad que aparece en el etiquetado de un conocido producto alimenticio, y se compara con las realizadas por un grupo de profesorado experto.

Contexto del estudio

Este estudio forma parte de uno más amplio que tiene como finalidad analizar la influencia que tiene la publicidad sobre la capacidad de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) de los estudiantes a la hora de la elección de un producto alimenticio.

En un trabajo previo (Girón, Blanco y Lupión, 2016), se llevó a cabo una identificación de todos los elementos informativos presentes en el envase del producto seleccionado (texto, gráfico, tablas y datos numéricos) que se muestran en la figura 1. Posteriormente, se llevó a cabo una valoración de estos elementos por parte de un grupo de profesorado experto en términos de si estos elementos representaban información: puramente científica (I.C.), científica utilizada publicitariamente (I.C.P.) o puramente publicitaria (P.).

Figura 1. Imagen editada de los elementos del envase alimenticio

Metodología

Participantes

Han participado, en este estudio, 92 estudiantes de la asignatura de Salud, Higiene y Alimentación Infantil que se imparte en el segundo curso del Grado de Educación Infantil en la Universidad de Málaga. El grupo estaba formado por mujeres excepto un varón, con una edad media de 21 años. Sólo el 30 % de estas estudiantes provenían del Bachillerato de Ciencias. Un aspecto importante que destacar es que indicaban un alto grado de interés en estar informadas sobre la alimentación (3.7 de media sobre una escala de 1-4) y consideraban que la publicidad es un aspecto que tiene una gran influencia en su alimentación (3.0 de media en una escala de 1-4).

Se ha considerado relevante consultar a estas estudiantes ya que se trata de las futuras maestras de Educación Infantil que tendrán como cometido profesional, entre otros, la educación alimentaria en una etapa tan importante como la de los niños/as entre 3 a 6 años. Además, en relación con su futuro cometido profesional, aspectos como el desarrollo del pensamiento crí-

tico y la argumentación han sido puestos de manifiesto como de vital relevancia en la formación científica de cualquier ciudadano, cobrando aún más importancia en el caso de maestros en formación inicial.

Cabe destacar, que en la guía docente de la asignatura antes mencionada no aparece una referencia explícita al estudio de la influencia de la publicidad en la alimentación, pero se puede considerar que se encuentra presente de forma implícita en algunos de los contenidos como, por ejemplo: el uso de criterios científicos para construir dietas saludables y las características y requisitos de la dieta saludable.

Instrumentos

La toma de datos se realizó mediante un cuestionario en el que se recogieron datos de ámbito académico y personal, donde tenían que valorar, mediante una escala Likert de 1 a 4, cada uno de los elementos incluidos en el etiquetado en términos de si consideraban como información publicitaria, información científica usada publicitariamente o información científica.

Procedimiento

Los datos obtenidos fueron contemplados estableciendo dos dimensiones de análisis para categorizar cada uno de los elementos del envase valorados. Estas dimensiones son:

1. Puntuación: Se ha utilizado el aspecto que recibió mayor puntuación para categorizar a cada uno de los elementos valorados (elementos) como información puramente científica (I.C.), información científica utilizada publicitariamente (I.C.P.), información puramente publicitaria (P.).

2. Acuerdo/Desacuerdo: Independientemente de la puntuación alcanzada, se valoró si sobre cada uno de los elementos existían acuerdo o no, para ubicarlo en alguna de las tres categorías. Para ello, se estableció que:

   a) Existe acuerdo si: la puntuación de la categoría más valorada presenta diferencia significativa con las otras dos categorías. Es decir, para que un elemento se adscriba puramente científica (I.C.), la puntuación alcanzada debe presentar diferencia significativa con las otras dos.

   b) No existe acuerdo si: no se producen las circunstancias anteriormente mencionadas. En este caso, se analizaban entre cuales de dichas categorías mostraban el desacuerdo.

Una vez analizadas las respuestas de las estudiantes, se realizó una comparación de estos resultados y los obtenidos a partir de las respuestas del grupo de profesorado experto. Para ello se utilizó el programa informático SPSS (versión 15.0 para Windows) con el que se ha llevado a cabo un estudio estadístico de los datos. En este caso, se ha utilizado la prueba no paramétrica de los rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas, debido a que la naturaleza de los datos no se adecuaba a una distribución normal (Alea, Guillén, Muñoz, Maqueda y Torrelles, 2005).

Análisis de resultados

En la tabla 1, se recogen los resultados obtenidos tras el análisis de los datos. En primer lugar, y teniendo en cuenta la mayor puntuación recibida por cada uno de los elementos de información, se observa que las estudiantes consideraban que un gran número de ellos era o bien información publicitaria (45.7%) o bien científica usada publicitariamente (40%). Sólo 5 de los elementos del envase (13.3%) fueron considerados como información científica. En cuanto al grado de acuerdo con respecto a la categorización de cada elemento, los resultados obtenidos muestran acuerdo sobre la naturaleza de 24 de los 35 elementos valorados (68.6%) y desacuerdo sobre los 11 elementos restantes (31.4%).

Tabla 1. Valoración de las estudiantes de los elementos de información presentes en el envase

	Mayor Puntuación			Acuerdo		Desacuerdo en
Elementos de información	I.C.	I.C.P.	P.	Si	No	
1		X			X	P. vs I.C.P.
2			X	X		
3		X		X		
4			X	X		
5			X	X		
6			X	X		
7		X			X	P. vs I.C.P.
8	X				X	I.C. vs I.C.P.
9		X		X		
10		X			X	P. vs I.C.P.
11			X	X		
12		X		X		
13			X	X		
14			X	X		
15		X		X		
16		X		X		
17		X			X	I.C. vs I.C.P.
18		X			X	P. vs I.C.P.
19			X		X	P. vs I.C.P.
20			X	X		
21		X			X	P. vs I.C.P.
22			X	X		
23			X	X		
24			X		X	P. vs I.C.P.
25			X	X		
26			X	X		
27			X	X		
28			X	X		
29		X			X	P. vs I.C.P.
30		X		X		
31		X		X		
32	X			X		
33	X			X		
34	X			X		
35	X				X	I.C. vs I.C.P.

Además, los elementos donde aparece acuerdo son mayoritariamente aquellos considerados como publicidad por las estudiantes. No obstante, también existen dos elementos (número 30 y 31) en los que hay acuerdo en ser considerados como información científica usada publicitariamente. En concreto, el elemento 30 se refiere a que "el producto contiene 9 importantes

nutrientes"; mientras que el 31 se refiere a la siguiente información: "Una ración de 30 g de [nombre comercial del producto] es una buena fuente de los nutrientes calcio y vitamina D, ya que proporciona el 18% de la cantidad diaria recomendada". Cabe destacar que existe también acuerdo sobre tres elementos (32, 33 y 34) considerados como información científica referidos a la composición nutricional del producto.

El desacuerdo, principalmente, recae en un buen número de elementos (8) en los que las estudiantes muestran dificultad para poder diferenciar si éstos representan publicidad o información científica usada publicitariamente. Los restantes tres casos de desacuerdo residen en problemas para diferenciar entre información científica o información científica usada publicitariamente. Por tanto, estos resultados indican que la categoría "información científica usada publicitariamente" es en la que las estudiantes encuentran más problemas para su identificación.

Comparación entre estudiantes y profesorado experto

Los resultados obtenidos con la valoración de las estudiantes se han comparado con la aportada por un grupo de profesorado experto siguiendo la misma metodología. Nos centraremos, en analizar el grado de coincidencia en la adscripción de cada uno de los elementos del envase publicitario (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de la valoración de las estudiantes con la de un grupo de profesorado experto

	Expertos	**Estudiantes**
I.C.	**32**, **33**, **34**, **35**	8, **32**, **33**, **34**, **35**
I.C.P.	**1**, **3**, 8, **9**, **10**, **15**, **16**, **17**, **29**, **30**, **31**	**1**, **3**, 7, **9**, **10**, 12, **15**, **16**, **17**, 18, 21, **29**, **30**, **31**
P.	**2**, **4**, **5**, **6**, 7, **11**, 12, **13**, **14**, 18, **19**, **20**, 21, **22**, **23**, **24**, **25**, **26**, **27**, **28**	**2**, **4**, **5**, **6**, **11**, **13**, **14**, **19**, **20**, **22**, **23**, **24**, **25**, **26**, **27**, **28**

Según la tabla 2, un aspecto relevante es el alto grado de coincidencia (65.7 %) en la adscripción de los elementos a una categoría por parte de cada grupo (expertos y estudiantes). Esta coincidencia es muy amplia (80.0 %) entre los elementos de la categoría I.C. por las estudiantes respecto a la valoración que hacen de éstos los expertos. Únicamente cabe resaltar que aquellos incluyen como tal el elemento 8 aunque, como se vio anteriormente, no había acuerdo entre ellos. Con respecto a la categoría I.C.P., se puede observar que el número de elementos en los que existe coincidencia asciende a diez sobre un total de quince elementos (66.7%). En el caso de los elementos donde no hay coincidencia (7, 8, 12, 18 y 21), podemos resaltar que en cuatro de ellos (7, 8, 18 y 21), las estudiantes mostraban desacuerdo. Con respecto a la categoría P., podemos observar que dieciséis de los veinte elementos adscritos (80.0%) fueron considerados dentro de esta categoría por ambos grupos (expertos y estudiantes). De forma curiosa, podemos observar que los elementos donde no existía coincidencia se trataban de los mismos elementos (7, 8, 18, 21) que las estudiantes habían situado dentro de la categoría I.C.P., lo que nos lleva a pensar que, al igual que tanto para las estudiantes como para los expertos, las categorías I.C.P. y P. representaban una mayor dificultad para poder decantarse por alguna de ellas.

Conclusiones

El sistema de categorización planteado para los elementos que contiene el envase analizado (puramente científica, científica utilizada publicitariamente, puramente publicitaria) se muestra adecuado a tenor del alto nivel de acuerdo global en las valoraciones de las estudiantes y el

grupo de expertos. Este alto nivel de acuerdo se manifiesta principalmente en las categorías puramente científica, así como en la puramente publicitaria.

Ambos grupos han interpretado que más de la mitad de los elementos presentados en el envase pertenecen a la categoría puramente publicitaria, siendo identificados como elementos puramente científicos, sólo una minoría.

La categoría denominada información científica utilizada publicitariamente es aquella en la que el grado de coincidencia es menor, presentando, a su vez, discrepancias en el nivel de acuerdo dentro de cada grupo para identificar elementos en esta categoría. Las estudiantes muestran más dificultad para diferenciarla de los elementos puramente publicitaria. Esto plantea la necesidad de seguir investigando sobre este tipo de ideas y su posible relación con la formación científica.

Los resultados y conclusiones obtenidos llevan a la necesidad de abordar en la educación no sólo la influencia que la publicidad tiene en las personas sino también hacer conscientes a los estudiantes de la forma en que la publicidad utiliza la ciencia para influir en su toma de decisiones, fomentando de esta forma su pensamiento crítico.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D de Excelencia “Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria” (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Referencias bibliográficas

Alea, V., Guillén, M., Muñoz, C., Maqueda, I. y Torrelles, E. (2005). Uso de SPSS. Barcelona. Consultado el 14/02/2018 en http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap6-3.htm

Bassat, L. (1998). *El libro rojo de la publicidad*. Barcelona: Espasa.

Blanco, A., España, E. y Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 70, 9-18.

Castro, M. E. (2008). Influencia de la publicidad en el comportamiento de jóvenes y adolescentes. Lima. Consultado el 14/02/2018 en https://militak.wordpress.com/influencia-de-la-publicidad-en-el-comportamiento-de-los-jovenes-y-a-dolescentes-2/

Girón, J.R., Blanco, A. y Lupión, T. (2016). Uso publicitario de los elementos científicos presentes en un envase alimentario: Un análisis por parte del profesorado. *Actas de los 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias*. (pp. 899-906). Badajoz, 7-9 de Septiembre de 2016.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Medina, A., Sorbías, C. y Ballano, S. (2007). La publicidad y sus complejas relaciones con el discurso científico. *Cuestiones publicitarias: revista internacional de comunicación y publicidad*, 12, 77-90.

Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas

Jorge Alcántara Manzanares[1], Araceli Almagro Cabeza[2], José Carlos Arrebola Haro[1], Mónica Calderón Santiago[1], Inmaculada Calvo Arias[3], María Dolores Cano Fuentes[4], Juan José Carrillo Cobo[5], Manuel Espadas Páez[6], Inmaculada C. Jiménez Chacón[7], Rafael Junco Navarro[8], Manuel Mora Márquez[1], Gabriel Moya Molina[9], Enrique Navarro Aganzo[10], Sebastián J. Rubio García[1] y Jerónimo Torres Porras[1]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Universidad de Córdoba. [2]CEIP Fernando Miranda. Fernán Núñez, Córdoba; [3] CEIP Teresa Comino. Villafranca, Córdoba. [4] CEI Mimos. Córdoba. [5] IMGEMA Real Jardín Botánico de Córdoba. [6] CEIP José Antonio Valenzuela. La Victoria, Córdoba. [7] CEIP Nuestra Señora de la Salud. Posadas, Córdoba. [8] CEIP Urbano Palma. Santaella, Córdoba. [9] Sociedad Andaluza para la Educación Matemática THALES. [10] Asociación de Profesorado de Córdoba para la Cultura Científica

b62almaj@uco.es

Resumen:

Los objetivos de este proyecto son impulsar la transición del parque de juegos Ciudad de los niños y las niñas desde un lugar de esparcimiento a un espacio lúdico educativo a través de la ciencia recreativa, apoyar la mejora de la formación científico-matemática y constituir un punto de encuentro entre familias, asociaciones, centros educativos y universidad. Las entidades promotoras son el IMGEMA Real Jardín Botánico de Córdoba, la Universidad de Córdoba (UCO), la Asociación de Profesorado de Córdoba por la Cultura Científica, la Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES y 6 colegios. Consiste en la creación de recursos didácticos; en la celebración de talleres semanales y ferias trimestrales; en la mejora de sus infraestructuras, como el nuevo espacio Laboratorio de Juegos; y en la realización de prácticas de los grados de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UCO.

Palabras clave: universidad; ciencia recreativa; asociaciones; centros educativos; parque de juegos.

Introducción

Los grandes retos a los que se enfrenta la sociedad actual y que van a condicionar el futuro de la misma, como el cambio climático, la crisis energética, la pérdida de biodiversidad, etc., requieren una respuesta por parte de la ciencia. Para que esta pueda producirse, hay que redefinir qué ciencia enseñar y cómo enseñarla. Ha de ser una ciencia cercana, al servicio de las necesidades del conjunto de la sociedad, atractiva, que promueva mentes críticas y creativas, capaces de enfrentarse a los nuevos retos y adaptarse a los cambios, y ha de comenzar a edades tempranas (Katzkowicz y Salgado, 2006).

Para este cambio de paradigma científico y educativo, es necesario utilizar todos los recursos disponibles de la manera más eficaz y eficiente posible. Así, la ciudad de Córdoba posee un uno de los mejores parques infantiles de España: La Ciudad de los niños y las niñas. Dicho espacio, dependiente del Instituto Municipal de Gestión Medioambiental (IMGEMA) Real Jardín Botánico de Córdoba, posee un emplazamiento privilegiado, la llamada Manzana Verde de Córdoba, colin-

dando con el Zoológico y a pocos metros del Real Jardín Botánico y del Centro de Educación Ambiental. Por su emplazamiento, sus amplias zonas verdes, sus juegos y por la cantidad de centros educativos y público en general que lo visitan y disfrutan, la Ciudad de los niños y las niñas tiene un potencial enorme para el desarrollo de actividades relativas a la ciencia recreativa en las etapas educativas de infantil, primaria y secundaria, así como para la formación de futuros formadores y formadoras en la realización de actividades fuera del aula (Torres-Porras, Alcántara, Arrebola, Rubio y Mora, 2017). Aunque el juego es aprendizaje (Melo Herrera y Hernández Barbosa, 2014), ningún recurso didáctico garantiza por sí solo el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero no cabe duda de que tanto el alumnado como el profesorado disfrutan de la ciencia recreativa (García Molina, 2011).

Para que el cambio hacia un espacio de aprendizaje pautado a través del juego sea real, efectivo y sostenible, es imprescindible implicar a toda la comunidad educativa(Ramey-Gassert, 1997) y facilitar las herramientas necesarias para que las personas visitantes, ya sean centros educativos o público en general, puedan Aprender Jugando en La Ciudad de los niños y las niñas.

Objetivo

La finalidad del presente trabajo es mostrar y analizar el proceso de planificación e implementación del proyecto Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas.

Metodología

La propuesta de proyecto se ha elaborado mediante un proceso cooperativo a través de la celebración de reuniones propositivas de todas las personas participantes y reuniones organizativas de los representantes de los distintos grupos de trabajo, correspondientes a las siguientes entidades: IMGEMA Real Jardín Botánico de Córdoba, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la UCO, Sociedad Andaluza de Educación Matemática THALES, Asociación del Profesorado de Córdoba por la Cultura Científica (APCCC) y profesorado de seis centros educativos de infantil y primaria.

Los objetivos del proyecto Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas son:

- Constituir un punto de encuentro entre asociaciones, centros educativos y universidad para la mejora de la formación científico-matemática.
- Contribuir a la formación científica del alumnado de todas las etapas educativas: infantil, primaria, secundaria y universidad.
- Poner a disposición de los centros educativos y del público en general, propuestas didácticas relacionadas con las ciencias experimentales y las matemáticas a desarrollar en La Ciudad de los Niños y las Niñas desde un enfoque multidisciplinar.
- Fomentar la utilización de los juegos de la Ciudad de los niños y las niñas para el aprendizaje de las ciencias experimentales y las matemáticas.
- Despertar las vocaciones científicas entre el alumnado de infantil, primaria y los primeros años de secundaria.

Planificación

El cumplimiento de los objetivos del proyecto se lleva a cabo mediante la realización de una serie de acciones:

Propuestas didácticas y materiales didácticos

Las propuestas se pondrán a disposición de la ciudadanía en sus visitas y a través de una página web que está en construcción. Con ello se pretende que los maestros y maestras de infantil y

de primaria puedan realizar actividades educativas significativas con su alumnado durante sus visitas a La Ciudad de los Niños y las Niñas de manera autónoma.

Mejora de las infraestructuras de la Ciudad de los niños y las niñas

Se prevé la mejora de los juegos existentes, así como la incorporación de nuevos juegos para favorecer el aprendizaje de las ciencias experimentales y las matemáticas.

Prácticum y sesiones prácticas de asignaturas del alumnado de los Grados de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Social

El alumnado de los Grados en Educación Primaria y Educación Social que lo ha solicitado está realizando su prácticum dentro del proyecto en la Ciudad de los niños y las niñas. Además, avalado por la concesión de un proyecto de innovación educativa de la Universidad de Córdoba, el alumnado de los grados de Educación Infantil y Educación Primaria está disfrutando de sesiones prácticas de determinadas asignaturas cuyos contenidos están relacionados con el proyecto, con niñas y niños de las etapas educativas correspondientes.

Talleres de Ciencia

Semanalmente se están desarrollando talleres con actividades para la enseñanza de las ciencias y las matemáticas curriculares que se están llevando a cabo por el alumnado del prácticum. La preparación y ejecución de los talleres está siendo supervisada por el comité científico-técnico formado por una persona representante de cada una de las entidades en el proyecto. Se organizan talleres focalizados en todas y cada una de las distintas etapas educativas. El centro visitante tiene la posibilidad de solicitar que los talleres se centren en una temática curricular concreta. El proyecto también realiza talleres de ciencia fuera de las instalaciones de la Ciudad de los niños y las niñas.

Ferias para la divulgación científico-matemática Aprender jugando

Se realizan ferias para la participación de las familias en la que participan de forma activa todas las entidades implicadas en el proyecto, proponiendo actividades para la enseñanza de las ciencias y las matemáticas a través del juego.

Evaluación

Todas las acciones contempladas en este proyecto están siendo sometidas a un análisis del grado de satisfacción de las personas participantes y a un análisis de los aprendizajes. Los resultados están siendo analizados para obtener conclusiones y poder realizar las modificaciones pertinentes del proyecto.

En la Tabla 1 se recoge la propuesta de acciones a realizar, anteriormente detalladas, y su distribución temporal anual.

Tabla 1. Cronograma anual de acciones.

Acciones	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Propuestas												
Mejora de infraestr.												
Prácticas Grados												
Talleres de Ciencia												
Ferias de Ciencia												
Evaluación												

Personas beneficiarias

De este proyecto se beneficiará el conjunto de la comunidad educativa y, por extensión, el conjunto de la ciudadanía, pero conviene destacar tres grupos:

-Profesorado y alumnado de infantil, primaria y secundaria. La mayoría de los centros educativos que visitan la Ciudad de los niños y las niñas pertenecen a Córdoba (capital y provincia), pero se espera generar demanda en centros educativos de otros puntos de Andalucía y de España.

-Familias. También es un espacio para las familias, tanto locales como foráneas. Constituyendo ya un emblema de la ciudad de Córdoba, mediante este giro educativo, se convertirá en una pieza clave de la oferta cultural de Córdoba

-Profesorado y alumnado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. El proyecto contribuye a la formación de máxima calidad del alumnado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. Se trata de una apuesta de futuro para el mantenimiento de las bases del proyecto.

Resultados

Propuestas didácticas y materiales didácticos

Se están recopilando y generando materiales didácticos para el desarrollo de las actividades. Especialmente relevante para el proyecto es la reproducción de los juegos presentes en La Ciudad de los niños y las niñas, que permitirán trabajar los conceptos científicos inherentes a dichas instalaciones, para después vivenciarlos jugando, haciendo que el aprendizaje sea significativo.

Mejora de las infraestructuras de la Ciudad de los niños y las niñas

Hasta la fecha, se ha creado el Laboratorio de juegos, punta de lanza del proyecto, se ha generado un jardín vertical en la fachada del mismo, un jardín de especies mediterráneas, un pequeño teatro al aire libre y se ha recreado el sistema solar a escala con paneles informativos con realidad aumentada.

Prácticum y sesiones prácticas de asignaturas del alumnado de los Grados de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Social

Durante el curso académico 2017/2018, habrán realizado suprácticum en la Ciudad de los niños y las niñas, dos alumnos del prácticum II del Grado en Educación Social, dos alumnos del prácticum II del Grado en Educación Primaria, y dos alumnas y un alumno del prácticum III del Grado en Educación Primaria.

La experiencia del alumnado y su trabajo está siendo valorada como excelente, tanto por el propio alumnado, como por el tutor de prácticas en la Ciudad de los niños y las niñas, por los tutores académicos de la Facultad de Ciencias de la Educación (UCO), por los representantes de las entidades promotoras, así como por el profesorado y las niñas y niños visitantes.

Talleres de Ciencia

Todas las semanas se reciben visitas de centros educativos. Estas se han centralizado ya a través de la oferta educativa del ayuntamiento de Córdoba, a partir de la página web de la entidad (http://programaseducativos.cordoba.es/) en la que solicitar la asistencia. Las solicitudes recibidas están superando ampliamente la oferta.

También se están realizando visitas exitosas a centros educativos y a otras entidades como la visita realizada al aula hospitalaria del Hospital Reina Sofía de Córdoba, que ha sido muy satisfactoria para todas las personas protagonistas del evento (https://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/hrs3/index.php?id=videoteca_aprende_jugando), así como se han llevado

talleres a la residencia para personas gravemente afectadas Santa María de la Merced (Alcolea, Córdoba). En este caso, también está prevista su visita periódica al parque.

Ferias para la divulgación científico-matemática Aprender Jugando

Aunque ya se había asistido a eventos de divulgación científica durante el año 2017, como Paseo por la Ciencia (Córdoba), Matemáticas en la Calle (Córdoba) o Feria de la Ciencia (Sevilla), con la inauguración del Laboratorio de juegos en la Ciudad de los niños y las niñas, se inició oficialmente el proyecto el 23 de septiembre de 2017 (Fig. 1), con una afluencia masiva de público (2000 personas) según los datos recogidos. Dicha inauguración contó con propuestas de actividades por parte de todas las entidades promotoras del proyecto.

Fig. 1. Algunos recortes de prensa en relación al acto de inauguración del Laboratorio de juegos y de presentación del proyecto Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas.

El siguiente encuentro desarrollado dentro del proyecto fue la Semana de la Ciencia de la Universidad de Córdoba (https://www.youtube.com/watch?time_continue=42&v=fmbbZcTrJu4).

En esta ocasión se llevaron a cabo talleres de ciencia, teatro científico y juego libre, y participaron 9 centros educativos de Córdoba y provincia, en los días 9 y 16 de noviembre.

Dentro de los grandes eventos realizados hasta la fecha, el 20 de enero de 2018 tuvo lugar la I Feria de las Ciencias Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas (Fig. 2) con una asistencia de más de 800 personas. La feria se basó en la creación de juegos y juguetes científicos a partir de la reutilización de materiales cotidianos y se desarrollaron más de 15 propuestas educativas, entre ellas una fuente de Herón y terrarios con botellas de plástico, manos robóticas de cartón, lanchas pop pop con latas, pilas de limón, platillos volantes y semilleros con CDs, comederos con tetrabriks, un generador de VanderGraaf con una bicicleta, etc.

Conclusiones

En relación a los resultados obtenidos del análisis de la planificación e implementación realizada hasta la fecha del proyecto Aprender Jugando en la ciudad de los niños y las niñas, se concluye que:

- Los talleres de ciencia realizados tanto en la Ciudad de los niños y las niñas, como en los centros educativos, el Aula hospitalaria del Hospital Reina Sofía de Córdoba y el Centro de personas gravemente afectadas (Alcolea, Córdoba) han sido correctamente planificados e implementados.

- Las ferias para la divulgación científico-matemática han sido bien acogidas por los centros educativos y por el público en general, y en ellas se han desarrollado una amplia variedad de propuestas para la divulgación científica.
- El prácticum y las sesiones prácticas de asignaturas del alumnado de los Grados de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Social realizadas en el proyecto se están desarrollando adecuadamente y están teniendo una valoración positiva por parte del alumnado participante y del profesorado, así como del resto de agentes intervinientes.
- La mejora de las instalaciones ha conllevado la inclusión de nuevos espacios y juegos para el desarrollo de actividades para la educación científica en el parque.
- Es necesario seguir trabajando en la recopilación de materiales y propuestas didácticas, y en la generación de la página web para su publicación.
- Del mismo modo, se ha de realizar la evaluación planificada para la obtención de resultados en pro de la mejora del proyecto.

Fig. 2. Cartel de la I Feria Aprender jugando en la Ciudad de los niños y las niñas

Bibliografía

García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *8*(Núm. Extraordinario), 370-392.

Melo Herrera, M. P., & Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación educativa (México, DF)*, *14*(66), 41-63.

Katzkowicz, R. y Salgado, C. (2006). *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica*. Santiago de Chile: Unesco.

Ramey-Gassert, L. (1997). Learning Science beyond the Classroom. *The Elementary School Journal, 97*(4), 443-450.

Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J.C., Rubio, J., Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y las niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14*(1): 258-270.

La gravedad como pretexto para trabajar el pensamiento crítico en infantil

Inés M. Bargiela, Paloma Blanco Anaya y Blanca Puig

Departamento de Didácticas Aplicadas.
Universidade de Santiago de Compostela

ines.mosquera@usc.es

Resumen:

Esta comunicación tiene como objetivo analizar las destrezas y disposiciones de pensamiento crítico en el alumnado de 6º de educación infantil (5-6 años), durante el desarrollo de una actividad de ciencias. Para ello, se realiza un análisis de contenido de una sesión en la que 25 niños, niñas y su maestra llevan a cabo un experimento sobre la acción de la gravedad en diversos objetos. Los resultados muestran una alta presencia de la destreza de inferencia (57), seguida de la destreza de explicación (39) y, en último lugar, la destreza de interpretación (5). Asimismo, cabe destacar que las disposiciones no se encuentran presentes pues, probablemente, su adquisición requiera mayor tiempo. Los resultados revelan que el diseño de la sesión y la estrategia didáctica empleada por la docente favorece el desarrollo de destrezas de pensamiento crítico

Palabras clave: pensamiento crítico; educación infantil; ciencias en infantil; gravedad.

Estado de la cuestión y objetivo de la investigación

Existen diferentes corrientes de pensamiento crítico (PC), desde la filosofía, psicología y la didáctica de las ciencias, que sostienen que el PC debe integrarse en los currículos desde educación infantil hasta niveles educativos superiores (Partnership 21st Century Skills, 2017).

La caracterización de PC es una de las cuestiones que suscita mayor debate entre los expertos (Williams, 1976). Este trabajo se enmarca en la definición consensuada en el panel Delphi de la Asociación Americana de Filosofía: "*juicio útil, autorregulado, que da como resultado la interpretación, análisis, evaluación e inferencia, así como la explicación de pruebas y de criterios conceptuales, metodológicos o contextuales en los se basa dicho juicio*" (Facione, 1990, p. 2). El panel permitió identificar seis destrezas de pensamiento crítico (ver tabla 1), así como establecer *a posteriori* (Facione y Facione, 1992) siete rasgos acordes con las disposiciones de PC (tabla 1). Según Facione la disposición consiste en "*la motivación interna de una persona para actuar o responder hacia personas, eventos o circunstancias de forma habitual pero potencialmente modificable*" (2000, p. 64).

Diversas investigaciones tratan en la importancia de promover el PC en los estudiantes (p.e., Tiruneh, De Cock y Elen, 2017), pero pocas se centran en la etapa educativa de educación infantil (EI) (p.e., Bøe y Hognestad, 2015). Asimismo, no es frecuente que el PC aparezca explícitamente mencionado en los currículos de diversas etapas educativas, pasando a hablarse de capacidades de PC como la cooperación o el trabajo en equipo, entre otras. En la introducción del anexo I del

Tabla 1. Destrezas y disposiciones de pensamiento crítico (Facione, 1990; Facione & Facione, 1992)

Destrezas	Disposiciones
Interpretación	[Persona que] busca la verdad
Análisis	Apertura de mente
Inferencia	Analítico/a
Evaluación	Sistemático/a
Explicación	Autoconfianza
Autorregulación	Inquisitivo/a
	Madurez cognitiva

currículum de infantil de la Comunidad Autónoma de Galicia (Xunta de Galicia, 2009) aparece la única mención explícita al PC en este documento normativo, asociada al desarrollo de destrezas y capacidades que contribuyen a la evolución del pensamiento. Otras alusiones se encuentran en las competencias asociándose con mostrar una actitud crítica hacia los estereotipos sexistas y los mensajes publicitarios; en la selección y tratamiento de las herramientas tecnológicas y la información que de estas se puede obtener. En los indicadores de evaluación también encontramos referencias al PC, relacionadas con la adopción de actitudes críticas vinculadas a la conservación del medio ambiente, así como con la veracidad de la información proporcionada por las nuevas tecnologías. A pesar de esta presencia curricular la situación en las aulas es distinta, ya que son solo unas pocas iniciativas como la propuesta educativa Filosofía para Niños (P4C, Topping y Trickey, 2014) las que promueven el PC en el alumnado de estas edades. Lipman (2003), el autor que originariamente propuso este enfoque, afirma que la promoción del PC no se puede llevar a cabo mediante técnicas de repetición o memorización, si no de la praxis; motivo por el que se basa en dos pilares fundamentales: la comunidad de investigación y el diálogo, ambos interrelacionados. La primera consiste en proporcionar a los/as niños/as un estímulo (p.e., problema científico, cuento), pidiéndoles que formulen preguntas acerca de los que les parece interesante, confuso, etc., definiendo el marco de la "investigación". A continuación, el grupo razona en voz alta proponiendo ideas y generando más preguntas hasta que acuerdan que el "problema" está resuelto. Por último, finalizan reflexionando acerca de las preguntas que surgieron, así como lo que aprendieron.

En la literatura encontramos que la adquisición de destrezas de PC en didáctica de ciencias experimentales se puede promover mediante el uso de herramientas basadas en la indagación, colaboración y la reflexión (Stephenson y Sadler-McKnight, 2016). Asimismo, los "*desafíos críticos*" (Bailin, 2002, p. 370), propuestos por esta autora, implican centrarse en tareas, problemas o cuestiones del currículum de ciencias en los que el alumnado ponga en práctica diferentes destrezas y disposiciones de PC. Estos desafíos críticos pueden consistir en el diseño de un hábitat para animales, diseñar un experimento para probar una hipótesis o evaluar un argumento en base a las pruebas existentes. Otra estrategia empleada es el uso del debate sobre cuestiones socio-científicas (Ruiz, Solbes y Furió, 2013), ya que promueven el desarrollo de habilidades de PC, en particular, la argumentación.

Objetivo de investigación

Ante esta situación, el propósito que se sigue con el presente estudio consiste en analizar las destrezas y disposiciones del PC que presenta el alumnado de 5-6 años de educación infantil, durante el desarrollo de una actividad experimental basada en la gravedad.

Metodología

Se emplea una metodología cualitativa basada en el análisis de contenido de una sesión en la que escolares de educación infantil llevan a cabo un experimento sobre la acción de la gravedad.

Participantes

En esta sesión participaron 13 niños y 12 niñas (N=25) de 6º de infantil (5-6 años) de un colegio público situado en un contexto gallego urbano, además de su maestra, quien pertenece al grupo Torque, un grupo de innovación educativa que se configura como una comunidad de aprendizaje compuesta por seis profesoras de educación infantil. Todos los nombres son pseudónimos con el objetivo de preservar el anonimato.

Toma de datos

Los datos se recolectaron, en el mes de febrero de 2017, mediante notas de campo y grabaciones de audio durante la duración del experimento (29 minutos, 57 segundos). Posteriormente, estas fueron transcritas y minutadas para su análisis.

Análisis de datos

Para el análisis adaptamos la rúbrica de Facione (1990) sobre destrezas y disposiciones de PC presentada anteriormente. En primer lugar, se identificaron las destrezas y disposiciones en la transcripción para, a continuación, realizar un recuento de las mismas.

Desarrollo de la sesión

Los primeros minutos de la sesión se dedican a cuestionar al alumnado acerca de los diferentes materiales que emplearán en el experimento: un folio, un libro, una hoja de árbol, un globo, una piedra, una goma, plumas y algodón. A continuación, la maestra pregunta a los escolares si saben o se imaginan sobre qué puede consistir el experimento. Una vez concretado que servirá para comprobar qué les pasará a los objetos si se sueltan desde cierta altura y si existen otros factores que influyan en la caída (p.e., masa, forma). El desarrollo de este proceso sigue la misma secuencia con cada uno de los materiales: introducción del material, formulación de hipótesis por parte del alumnado a partir de preguntas formuladas por la docente y comprobación de las hipótesis. Si algún alumno/a tiene dudas, se repite esta última parte. Cabe señalar que las preguntas del alumnado guían el desarrollo de la sesión y, en ocasiones, vinculan la temática tratada con experiencias personales o ideas propias. Por último, la sesión finaliza con la extracción de conclusiones de forma grupal acerca del fenómeno que exploraban.

Resultados

La tabla 2 resume los resultados de las destrezas y disposiciones que el alumnado de 6º de infantil muestra en una sesión sobre la acción de la gravedad en diversos objetos. Hay que señalar que algunas de las citas señaladas pueden presentar más de una destreza al mismo tiempo.

Tabla 2. Frecuencia de destrezas y disposiciones de PC del alumnado de infantil

Destrezas	Frecuencia	Disposiciones	Frecuencia
Interpretación	5	[Persona que] busca la verdad	-
Análisis	-	Apertura de mente	-
Inferencia	57	Analítico/a	-
Evaluación	-	Sistemático/a	-
Explicación	39	Autoconfianza	-
Autorregulación	-	Inquisitivo/a	-
		Madurez cognitiva	-

En la introducción de materiales no encontramos ninguna destreza de PC presente, sino que es a partir de la introducción de la pregunta por parte de la de la profesora “¿qué va a pasar si la suelto [plastilina]?” cuando interpretamos las primeras muestras de la destreza inferencia (identificada un total de 57 veces). Esta se vincula especialmente a la sub-destreza de formulación de hipótesis y, en contadas ocasiones, a la de formulación de alternativas. Una clara ejemplificación se produce cuando un niño y una niña responden a la pregunta anteriormente expuesta:

—Laura: “Que cae”

—Maestra: “Que se cae; ¿seguro que se cae?”

—Varios: “Noooo…”

—Maestra: “A ver…”

—David: “Que vuela y se va cayendo”

Este patrón se repite a lo largo de la sesión conforme se introducen diferentes materiales. Asimismo, la destreza de explicación (identificada un total de 39 veces) vinculada a la sub-destreza de justificación de dichas hipótesis es mencionada por varios escolares. De esta forma, cuando la maestra les cuestiona porqué creen que, por ejemplo, al lanzar al mismo tiempo un libro y un folio, el libro llega antes al suelo, el alumnado argumenta que se debe a que el libro “[…] pesa más” pero una compañera, Laura refuta esa hipótesis diciendo “no, es porque le da el aire […] porque al papel lo levanta el aire”. Por otra parte, en el momento de comprobar las hipótesis, la destreza que tiene una mayor presencia es la de explicación, asociada a la sub-destreza de formular resultados. Así, por ejemplo, los escolares afirman:

—Maestra: “[…] Laura, ¿qué pasó? Al aire que estaba dentro, ¿qué le pasó?”

—Laura: “Subió arriba”

—Maestra: “Y luego bajó […].”

A la hora de extraer conclusiones, si bien es la interpretación, a través de la sub-destreza de formulación de hipótesis la más presente (identificada un total de 5 veces), la asociada a su formulación también está presente. Esto se debe a que el alumnado relaciona una vez más la variable masa con la velocidad de la caída del objeto, en lugar del efecto de la resistencia ofrecida por el aire, por lo que la maestra decidió realizar otra pequeña experiencia dejando caer una goma y el globo. Cristina, una niña expresaba su hipótesis de la siguiente manera: "la goma va a llegar antes porque pesa más que el globo”, a lo que Laura rebatía “no, porque lo sostiene el aire”. Después de darse un debate acerca del peso de la goma y cuál de los objetos llegó antes, la docente introduce la siguiente pregunta: “[…] ¿todas las cosas, todas, todas caen al suelo si las tiramos?”, a lo que una alumna (Laura) responde que “algunas no […] los globos, por ejemplo”. Con el fin de indagar en sus concepciones la maestra vuelve a preguntarles “Y lo demás cae todo al suelo, ¿sí?, y nosotros si saltamos después, ¿qué nos pasa?”. Todos responden que caemos, pero Diego puntualiza que es “por la gravedad” y su compañera Ana proporciona una explicación de esta fuerza: “es una fuerza que nos… que nos tira pa’ abajo”. De nuevo, la docente cuestiona “Y esa fuerza, ¿dónde está?”, a lo que Diego responde que “en toda la Tierra”. Este es uno de los ejemplos relacionados con la destreza de interpretación (sub-destreza explicación de significado de experiencias, situaciones, etc.) que, si bien su presencia es escasa, tiene una gran importancia en el proceso de aprendizaje.

Conclusiones

El análisis de la sesión revela la presencia de tres destrezas propias del PC (interpretación, inferencia, explicación) con distintas frecuencias, así como la ausencia de disposiciones por parte del alumnado de infantil. Esto puede deberse a que la adquisición de disposiciones de PC conlleva

bastante tiempo y esfuerzo (Saiz y Rivas, 2017), por lo que aconsejamos que empiecen a promoverse de forma sistemática desde los planes de estudio desde edades tempranas.

Podemos concluir que el desarrollo de la sesión y la estrategia didáctica empleada por la maestra –el cuestionamiento con especial atención al tipo de pregunta introducida– condicionan la presencia de las destrezas de PC en el alumnado. De esta forma, por ejemplo, cuando la docente cuestiona "qué ocurrirá si…", las sub-destrezas de formulación de hipótesis y de alternativas tienen una alta presencia. Sin embargo, cuando introduce la cuestión "por qué creéis que…", además de las ya mencionadas, los escolares comienzan a justificar las hipótesis. En este proceso, tal y como avala la propuesta de P4C (Topping y Trickey, 2014), el cuestionamiento, así como el diálogo son elementos imprescindibles que fomentan el desarrollo de destrezas de PC (p.e., explicación) en los escolares con especial énfasis en la argumentación. En esta línea, encontramos en la literatura (Galinsky, 2013) una serie de herramientas para promover el PC en infantil a la vez que se conectan con sus experiencias personales. Entre estas destacan los gráficos de comportamiento a lo largo de una franja temporal; los lazos causales que relacionan dos variables y los diagramas de flujo que ayudan a examinar el aumento o descenso de un elemento a lo largo del tiempo.

Agradecimientos

Agradecimientos al proyecto EDU2015-66643-C2-2-P, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España. A los participantes del estudio.

Referencias bibliográficas

Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. *Science & Education, 11*(4), 361-375. https://doi.org/10.1023/A:1016042608621

Bøe, M., y Hognestad, K. (2015). Critical thinking in Kindergarten. *Educación y Ciencia,* (18), 57-68. Recuperado de: http://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/5335/4457

Facione, P. A. (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill. *Informal Logic, 20*(1), 61-84. https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254

Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations*. Millbrae, CA: The California Academic Press.

Facione, P. y Facione, N. (1992). *The California Critical Thinking Disposition Inventory*. Millbrae, CA: The California Academic Press.

Galinsky, E. (2013). *Mind in the making. The seven essential life skills every child needs*. New York: Harper Collins.

Lipman, M. (2003). *Thinking in Education*. United Kingdom: Cambridge University Press.

Partnership for 21st Century Learning (2017). *21st Century Skills Early Learning. Framework*. Partnership for 21st Century Learning. Recuperado de: http://www.p21.org/storage/documents/EarlyLearning_Framework/P21_ELF_Framework_Final.pdf

Ruiz, J., Solbes, J., y Furió, C. (2013). Debates sobre cuestiones sociocientíficas. Una herramienta para aprender física y química. Textos de didáctica de la lengua y la literatura, 64, 32-39.

Saiz, C., y Rivas, S. (2017). Desarrollo del Pensamiento Crítico. En L. S. Almeida (Org.), Criatividade e Pensamento Crítico: Conceito, Avaliação e Desenvolvimento (pp. 133-179). Braga: Centro de Estudos e Recursos em Psicologia.

Stephenson, N. S. y Sadler-McKnight, N. P. (2016). Developing critical thinking skills using the Science Writing Heuristic in the chemistry laboratory. Chemistry Education Research and Practice, 17(1), 72-79. DOI: https://doi.org/10.1039/c5rp00102a

Tiruneh, D. T., De Cock, M., & Elen, J. (2017). Designing Learning Environments for Critical Thinking: Examining Effective Instructional Approaches. *International Journal of Science and Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9829-z

Topping, K. J., y Trickey, S. (2014). The role of dialog in philosophy for children. *International Journal of Educational Research*, 63, 69-78. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.01.002

Williams, R. (1976). *Keywords*. London: Collins.

Xunta de Galicia (2009). Decreto 330/2009, por el que se establece el currículum de la educación infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia. *DOG nº 121*, 23 de junio de 2009.

El modelo de evolución biológica en la Educación Primaria: ¿qué contenidos abordan los programas curriculares de las Comunidades Autónomas?

Lucía Vázquez Ben y Ánxela Bugallo Rodríguez

Departamento de Pedagogía y Didáctica. Área de Ciencias Experimentales.
Universidade da Coruña

lucia.vben@udc.es

Resumen:

La evolución biológica constituye una de las ideas clave de las Ciencias de la Vida, pero es un modelo complejo que genera numerosas dificultades de aprendizaje. Muchos especialistas en Didáctica de las Ciencias Experimentales aconsejan su desarrollo progresivo, comenzando desde edades tempranas, como ya se hace en países como Estados Unidos, Reino Unido o Francia. Para comprobar cómo se aborda el modelo de evolución biológica en la Educación Primaria española, llevamos a cabo el análisis documental del *curriculum* de Ciencias de la Naturaleza de Primaria de las distintas Comunidades Autónomas. Los resultados muestran que, si bien existen diferencias entre Comunidades, ninguna de ellas lo trata desde edades tempranas ni tampoco posibilita su construcción progresiva, al no incluirse las ideas nucleares (herencia, variación,…) o ser tratadas de forma puntual (biodiversidad).

Palabras clave: evolución biológica; modelos y modelización; *curriculum*; educación primaria

Introducción

El nuevo programa curricular derivado de la *Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora del Sistema Educativo* (LOMCE), aborda la evolución biológica únicamente en 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en una materia optativa (*Biología y Geología*) del itinerario de ciencias. El anterior *curriculum* correspondiente a la *Ley Orgánica 2/2006 de Educación* (LOE) incluía el contenido "Los fósiles y la historia de la vida" en 1º ESO, permitiendo una breve introducción a la evolución al comienzo de la secundaria.

Como resultado, el alumnado que no cursa la materia optativa de 4º ESO nunca llega a tratar el modelo de evolución durante la educación obligatoria. Y los que escogen esa asignatura encuentran graves dificultades para asimilarlo, como apuntan Grau y De Manuel (2002).

Teniendo en cuenta, además, que "la introducción de las ideas científicas clave, que explican un amplio rango de fenómenos, no se puede hacer directa y abruptamente porque resultarían abstractas y sin significado" (Criado, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Cañal, 2014, p. 2), nos parece interesante explorar qué contenidos básicos para construir el modelo de la evolución se desarrollan en la etapa de Educación Primaria (EP), dada su finalidad propedéutica.

Marco teórico

Si la enseñanza de la Biología pivota sobre cuatro modelos básicos, célula, ser vivo, ecosistema y evolución (García, 2005), ¿por qué sólo los tres primeros aparecen incluidos en las materias comunes de los *curricula* de la educación obligatoria?

La evolución nos permite comprender la naturaleza de la que formamos parte. Nos aporta el conocimiento necesario para posicionarnos en cuestiones tan variadas, y controvertidas, como la vacunación, el cultivo y consumo de alimentos transgénicos o la pérdida de biodiversidad. Dada la relación intrínseca entre saberes y participación ciudadana, apuntada por Ezquerra, Fernández-Sánchez y Magaña (2015), este modelo se erige entonces como una base fundamental en la toma de decisiones informadas. Así, en países como Francia, Estados Unidos o Reino Unido, ya se ha afrontado su inclusión expresa en la educación elemental y se ha dotado de secuencias de aprendizaje para su desarrollo (Vázquez y Bugallo, 2018).

La construcción del modelo requiere asentar gradualmente toda una serie de ideas nucleares en Primaria, como las "core ideas" señaladas por el Framework estadounidense (NRC, 2012): adaptación, herencia, variación genética, ancestros comunes o selección natural. Se confirman así las recomendaciones de especialistas en Didáctica de las Ciencias (Cañal, 2009; Hermann, 2011; Vázquez y Bugallo, 2017) sobre la importancia de comenzar a trabajarlo cuanto antes y progresivamente, para evitar los múltiples problemas que luego aparecen en Secundaria.

En este sentido, el *curriculum* juega un papel esencial (Moore, 2002) y es preciso que la regulación de la educación científica responda a esta necesidad de afrontar una progresión en la enseñanza que nos permita crear poco a poco este modelo.

Objetivos

Dadas las competencias en educación de las administraciones autonómicas, el presente trabajo analiza similitudes y diferencias en el tratamiento del modelo de evolución de sus normativas, especialmente la inclusión de esas "ideas nucleares" para desarrollarlo.

Planteamos, pues, las preguntas: ¿Qué ideas básicas para la construcción del modelo de evolución (adaptación, extinción de especies, mutación, selección natural...) se incluyen en los programas curriculares de EP las Comunidades Autónomas españolas? ¿Hay progresión o su aparición es más bien anecdótica?

Metodología

Partiendo de un enfoque cualitativo (Flick, 2004), se ha procedido al análisis documental (Simons, 2011) del *curriculum* de Educación Primaria de cada una de las CCAA españolas para el área de Ciencias de la Naturaleza.

Por razones de espacio y tiempo, en esta comunicación se presenta una pequeña selección compuesta por Comunidad Valenciana (*Decreto 108/2014, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana)*, Galicia (*Decreto 105/2014, polo que se establece o currículo da educación primaria na Comunidade Autónoma de Galicia*) y Navarra (*Decreto Foral 60/2014, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra)*. Se han seleccionado estas comunidades por las diferencias que presentan respecto a los factores considerados (cantidad, explicitación, progresión y coherencia de contenidos), pues sirven como muestra de la pluralidad de respuestas curriculares autonómicas que encontramos en nuestro estado.

El proceso de codificación ha constado de dos fases (Saldaña, 2009): en un primer ciclo se combinó la "Codificación Descriptiva" (*Descriptive Coding*), orientada a identificar qué referencias

se hacían al modelo de evolución a lo largo del *curriculum*, con la "Codificación Evaluativa" (*Evaluation Coding*), para valorar su grado de explicitación y coherencia. En el segundo ciclo, aún en proceso, se ha recurrido a "Codificación por Patrones" (*Pattern Coding*), para poder establecer similitudes y diferencias entre unas y otras CCAA.

Resultados

Tras analizar el *curriculum* de todas las CCAA, hemos podido constatar, que, al igual que el *Real Decreto 126/2014, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria,* ninguna de ellas contempla expresamente la evolución como contenido. Ahora bien, mientras en el RD sólo aparece una de las ideas nucleares (la extinción de especies en el "Bloque 3. Los seres vivos": "3.2. Identifica y explica algunas causas de la extinción de especies"), las CCAA incluyen otras, concretando el curso en el que se tratan.

Comunidad Valenciana

En línea con el RD 126/2014, aborda únicamente la "Extinción de especies", pero lo hace a lo largo de diferentes cursos (de 1º a 5º), en una suerte de progresión en la que va centrando la atención en distintos condicionantes (extinción en relación con el cuidado y respeto por las especies en 1º; hábitat en 2º; sobreexplotación en 3º; cadenas alimentarias en 4º) o ambientes (terrestres *vs* acuáticos en 5º).

Asimismo, todas las referencias son expresas y aparecen tanto en Contenidos como en Criterios de evaluación de cada curso (no se prescriben estándares de aprendizaje en esta Comunidad Autónoma). Por ejemplo, en 4º curso se localiza el contenido "Causas de extinción de especies relacionadas con las cadenas alimentarias" y el criterio de evaluación correspondiente: "Observar e identificar las diferentes relaciones establecidas en los ecosistemas y algunas causas de extinción de especies…".

Galicia

Incluye "Extinción de especies" en 5º y 6º ("CNB3.3.3. Observa e identifica diferentes hábitats de los seres vivos haciendo hincapié en el cuidado de estos y nombra algunas causas de la extinción de especies") y "Adaptación" en 1º y 2º ("B3.2. Identificación de las características y comportamientos de animales y plantas para adaptarse a su entorno"). Llama la atención que el tratamiento de la adaptación se refiera únicamente a plantas y animales, y que un contenido tan complejo sólo se trate en los dos primeros cursos.

La planificación tampoco es coherente, ya que, dependiendo del curso, el concepto se aborda sólo en Contenidos ("Adaptación" en 1º), sólo en los Estándares de aprendizaje ("Extinción" en 6º), en Contenidos *y* Criterios de Evaluación ("Adaptación" en 2º), o bien en Contenidos *y* Estándares de Aprendizaje ("Extinción" en 5º).

Navarra

Considera tres ideas nucleares diferentes: "Adaptación" (1º y 2º), "Biodiversidad" (5º) y "Extinción" (5º). Asimismo, en 6º curso nombra el "Genoma humano" en uno de los estándares del "Bloque 5. Tecnología. Objetos y Máquinas". No obstante, al presentarlo como un simple ejemplo de avance en Medicina, no se ha incluido en este estudio.

Ahora bien, aún cuando "Extinción" y "Biodiversidad" son recogidas coherente y expresamente (forman parte de Contenidos, Criterios de Evaluación y Estándares de Aprendizaje), la "Adaptación" es accesoria (aparece únicamente en los Estándares) y ha de inferirse, como evidencia el estándar de aprendizaje "3.3. Asocia y describe los rasgos físicos y pautas de comportamiento de algunas plantas con los entornos en los que viven (camuflaje, cambio de color, tipo de hojas, almacenamiento de agua, etc.)" de 2º curso.

Cabe resaltar que, en todas ellas, cada vez que se habla de la "Extinción de especies", se hace en relación a sus causas (en general, en relación a la actividad humana; a veces también naturales) y la promoción de su cuidado.

Conclusiones

A partir de los resultados podemos concluir que, a día de hoy, no existe un tratamiento secuencial que ayude a construir el modelo de evolución biológica en Educación Primaria. No solo no

Tabla 1. Ideas nucleares relacionadas con el modelo de evolución biológica y su distribución por curso en las Comunidades Autónomas seleccionadas

Curso	APDO	Comunidad Valenciana	Galicia	Navarra
1º	Cont.	Extinción (Causas [cuidado])	Adaptación (Animales/plantas)	–
	Crit. Ev.	Extinción (Causas y cuidado)	–	–
	Est. Apr.		–	Adaptación (Animal)
2º	Cont.	Extinción (Causas [hábitat])	Adaptación (Animales/plantas)	–
	Crit. Ev.	Extinción (Causas [hábitat] y cuidado)	Adaptación (Animales/plantas)	–
	Est. Apr.		–	Adaptación (Plantas)
3º	Cont.	Extinción (Causas [sobreexplotación])	–	–
	Crit. Ev.	Extinción (Causas, [sobreexplot.] y cuidado)	–	–
	Est. Apr.		–	–
4º	Cont.	Extinción (Causas [cadenas alim.]	–	–
	Crit. Ev.	Extinción (Causas [cadenas alimentarias] y cuidado)	–	–
	Est. Apr.		–	–
5º	Cont.	Extinción (Ecosistema)	Extinción (Hecho)	Extinción (Hecho) Biodiversidad (Relación con ser hum.)
	Crit. Ev.	Extinción (Ecosistema y cuidado)	–	Biodiversidad (Relación con ser hum.) Extinción (Causas)
	Est. Apr.		Extinción (Causas antrópicas y cuidado)	Biodiversidad (Relación con ser hum.) Extinción (Causas)
6º	Cont.	–	–	–
	Crit. Ev.	–	–	–
	Est. Apr.		Extinción (Causas [hábitat] y cuidado)	–

se menciona en ningún momento, ni como contenido ni como hilo conductor, como sí se hace en otros países, sino que además se abordan muy pocos de sus componentes más destacables, como adaptación, selección natural, mutación o herencia.

En cuanto a "Extinción de especies" y "Biodiversidad", tienden a abordarse únicamente desde un punto de vista antropocéntrico (qué consecuencias tiene para el ser humano) y orientado hacia su protección (perspectiva ecológica).

La "Adaptación" aparece en algunos casos, pero ni siquiera se nombra expresamente y debe inferirse. Se incluye en los dos primeros cursos de Primaria, lo que evidencia que su tratamiento poco tiene que ver con la profundidad científica que el contenido requiere para ser parte de la comprensión de la evolución.

Por todo ello, no podemos evitar sumarnos a las recomendaciones que hacían García-Carmona, Criado y Cañal (2014) para el *curriculum* de la LOE, hoy para la LOMCE, en cuanto a la necesidad de coherencia, continuidad y desarrollo progresivo de los contenidos así como del resto de elementos curriculares. Solo de este modo podrá lograrse un verdadero y efectivo aprendizaje del modelo de evolución biológica.

Agradecimientos

Proyecto subvencionado por Ministerio de Economía y Competitividad EDU2015-6643-C2-2-P y Programa de Ayuda Predoctoral Xunta de Galicia ED48A-2016/291.

Referencias bibliográficas

Cañal, P. (2009). Acerca de la enseñanza de la evolución biológica en la escuela infantil y primaria. *Alambique*, *62*, 75–91.

Consejería de Educación, Gobierno de Navarra (2014). *Decreto Foral 60/2014, de 16 de julio, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra.* BON, 174, 5 septiembre 2014.

Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, Xunta de Galicia (2014). *Decreto 105/2014, do 4 de setembro, polo que se establece o currículo da educación primaria na Comunidade Autónoma de Galicia*. DOG, 161, 9 septiembre 2014.

Conselleria d'Educació, Cultura i Esport, Generalitat Valenciana (2014). *Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana*. DOCV, 7311, 7 julio 2014.

Criado, A. M.; Cruz-Guzmán, M; García-Carmona, A. y Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, *32 (3)*, 249–266. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.778

Ezquerra, A.; Fernández-Sánchez, B. y Magaña, M. (2015). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su repercusión en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico "energía". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12 (3)*, 491–507. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.07

Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

García, P. (2005). Los modelos como organizadores del curriculum de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, *número extra*, 1–6.

García-Carmona, A.; Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, *32(1)*, 139–157. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1069

Grau, R. y De Manuel, J. (2002). Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. *Alambique, 32,* 56–64.

Hermann, R. S. (2011). Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evol Educ Outreach*, *4*, 267–274.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. BOE, 52, 1 marzo 2014.

Moore, R. (2002). Teaching evolution: Do state standards matter? *Bioscience*, *52 (4)*, 378–381.

National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Saldaña J. (2009). *The coding manual for qualitative researchers*. Los Angeles, CA: SAGE.

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: teoría y práctica*. Madrid: Morata.

Vázquez-Ben L. y Bugallo-Rodríguez A. (2017). El modelo de evolución en Educación Primaria: Desafíos identificados por expertas y expertos. *Enseñanza de las Ciencias, nº Extra X Congreso Intern. en Investigación sobre Didáctica de las Ciencias,* 4293–4297.

Vázquez-Ben L. y Bugallo-Rodríguez A. (2018). El modelo de evolución en el *curriculum* de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 15* (3), 3101. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3101

Análisis de las pruebas de evaluación de la competencia científico-tecnológica en 6º de Educación Primaria

Tobías Martín Páez[1], José Miguel Vílchez González[1], Francisco Javier Carrillo Rosúa[1,3] y José Luís Lupiáñez Gómez[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de granada. [2]Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de granada. [3]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC-Universidad de Granada

tmartin@ugr.es

Resumen:

Esta investigación se centra en el análisis de las pruebas de evaluación de la competencia científica y tecnológica elaboradas por las administraciones públicas para el sexto curso de Educación Primaria en España (2016). El análisis comprueba si dichas pruebas se ajustan a sus marcos teóricos de referencia. Se trata de un análisis documental exploratorio descriptivo en el que se analizan 169 actividades mediante la triangulación entre expertos. Los resultados nos permiten concluir que la competencia científica y tecnológica evaluada por estas pruebas no se ajusta a lo especificado en sus marcos de referencia.

Palabras clave: Evaluación educativa; Alfabetización científica; Educación Basada en Competencias; Educación Primaria; Programa de Evaluación

Introducción

En la sociedad actual se interactúa continuamente con información de carácter científico y tecnológico poniendo de manifiesto la necesidad de alfabetizar científicamente a los ciudadanos. La alfabetización científica es un término complejo que presenta diversas definiciones (Bybee, 1997), algunos ejemplos de definiciones serían Gil y Vilches (2001), Roberts (2007), Kemp (2002), Feinstein (2011) o Sjöström (2016) y por lo tanto consideramos imprescindible acotarla. En este caso se asume la acepción de la OCDE (2016), que la define como la capacidad de involucrarse en temas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo. Una persona con conocimientos científicos está preparada para participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, lo cual requiere competencias para:

(a) Explicar fenómenos científicamente.

(b) Evaluar y diseñar la investigación científica.

(c) Interpretar datos y pruebas científicas.

Las sociedades a través de sus legislaciones educativas, tratan de dar respuesta a esta necesidad de alfabetizar científicamente a sus ciudadanos. Una evidencia de ello es la evolución del currículum escolar. En muchos países, durante los últimos 30 años, la enseñanza de las ciencias naturales ha sido orientada hacia la alfabetización científica de los futuros ciudadanos (Furió, Vílches, Guisasola y Romo, 2001; Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Acevedo-Romero, y Manassero-Mas,

2005). Los países han implementado diversas respuestas educativas y es por ello que existen diversas visiones acerca del tipo de currículum que lo encarna (Hodson, 2008).

En España se viene realizando un esfuerzo de desarrollo legislativo desde la implantación de la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre de 1990, General del Sistema Educativo (LOGSE) (Ley Orgánica 1/1990, 1990) para el desarrollo de este cambio conceptual y educativo. Estos cambios han modificado todos los elementos curriculares implicados en la didáctica de las ciencias experimentales.

El sistema educativo español aborda la evaluación por competencias en su desarrollo legislativo. En el caso de la evaluación de la competencia científica nos ha llevado a la implementación de tipologías como la observación directa de los procesos de enseñanza-aprendizaje o las pruebas estandarizadas y la inclusión de instrumentos como la rúbrica o los portafolios. En el caso de las pruebas estandarizadas, para Educación Primaria, se han estableciendo dos momentos, uno en 3º de Educación Primaria y otro en 6º de Educación Primaria.

Estado de la cuestión

Las evaluaciones de la competencia científica analizadas en esta comunicación están enmarcadas en un programa de evaluación estatal. Existen artículos previos que analizan las pruebas implementadas por programas de evaluación similares. Si nos centramos en las discusiones sobre los resultados y desempeño escolar obtenidos en los programas podemos destacar trabajos como los realizados por Vidal, Díaz y Jarquín (2004) o Benavides, León, Etesse (2014) en las que se analizan y discuten las relaciones al comparar los desempeños escolares y variables de carácter demográfico (desempeño escolar y área geográfica, desempeño escolar y nivel socio-económico, etc.). Los artículos en los que se muestran las limitaciones de las pruebas se centran en discutir sobre limitaciones o defectos en la elaboración de las pruebas. Un ejemplo de esta temática sería la investigación de Solano-Flores, Contreras-Niño, Backhoff-Escudero (2006) centrada en las limitaciones lingüísticas de PISA al ser elaboradas en inglés. Las publicaciones teóricas que se centran en el propio análisis de los marcos teóricos de las pruebas. Este tipo de investigaciones presentan análisis se centran en analizar las debilidades y fortalezas de dichos marcos. Algunos ejemplos de este tipo de investigaciones son Acevedo (2005) y en Ciencias y el de Caraballo, Rico y Lupiáñez (2013) en matemáticas. Por último, las investigaciones analítico-descriptivas expostfacto de las pruebas presentan estudios centrados en el análisis, descripción y mejora de las pruebas de evaluación externa implementadas. A nivel internacional encontramos autores como Yus et al. (2013) que realizan un análisis de las pruebas evaluación del programa PISA en Educación Secundaria.

Objetivo

Identificar la competencia científica presente en las pruebas de evaluación final de 6º de Educación Primaria, para la competencia científica y tecnológica, administradas en España en 2016.

Metodología de investigación

En esta investigación se utiliza un análisis documental que sigue una metodología exploratorio-descriptiva.

Descripción del material de estudio

Nos centraremos en las evaluaciones externas de 2016 administradas en España denominadas "Prueba de evaluación final de 6º de Educación Primaria". Estas pruebas han sido implementadas en Castilla la Mancha, Castilla y León, Ceuta, Galicia, La Rioja, Madrid, Melilla, Murcia, Navarra y en los territorios administrados por el Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD).

Para facilitar la comprensión se determinan las siguientes codificaciones para identificar las pruebas analizadas (Tabla 1):

Tabla 1. Pruebas analizadas y su codificación

Codificación	Autor	Ámbito de aplicación	Nº de ítems
P-ME	Ministerio de Educación, Cultura y Deporte	Territorio MECD, Ceuta, Melilla, Madrid, La Rioja y Castilla y León.	40
P-CM	Consejería de Educación, Cultura y Deportes (Castilla la Mancha)	Castilla la Mancha	25
P-GA	Consellería de Cultura, educación e ordenación universitaria (Xunta de Galicia)	Galicia	36
P-MU	Consejería de Educación y Universidades (Murcia)	Murcia	37
P-NA	Departamento de Educación (Gobierno de Navarra)	Navarra	31

Nota: en adelante nos referiremos a las pruebas por su codificación.

Cada una de las pruebas consta de un número de unidades de evaluación y cada una de ellas, de un estímulo (información sobre una situación problemática contextualizada) y unas actividades asociadas a él. La muestra de estudio son las actividades asociadas (n=169).

Variable de estudio

Para el análisis se utilizan la variable competencia científica y se establecen tres valores de dicha competencia a partir de la caracterización realizada por la OCDE (2016). La Figura 1 muestra los valores de esta variable:

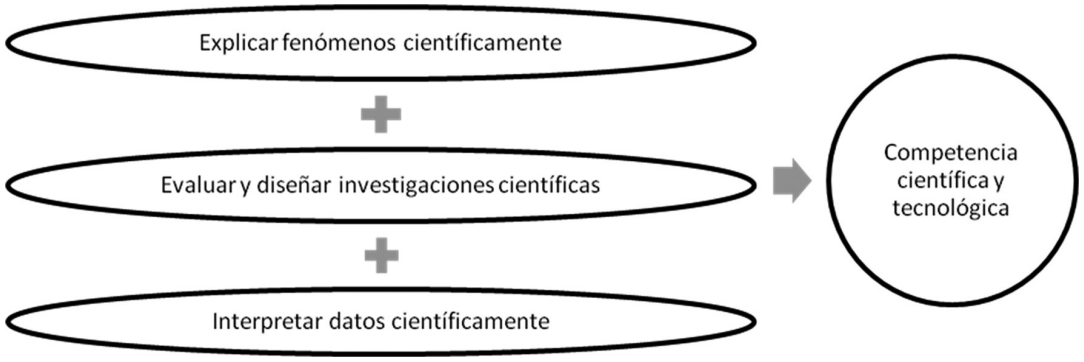


Figura 1. Competencia científica y tecnológica.

Las definiciones de estos valores son:

- Explicar fenómenos científicamente: Es la competencia necesaria para recordar y utilizar teorías, ideas, información y hechos; ofrecer explicaciones científicas, lo que requiere una comprensión de cómo este conocimiento se ha creado y el nivel de confianza que se puede tener en las afirmaciones científicas; conocer las formas y procedimientos estándares que se utilizan en la investigación científica para obtener dichos conocimientos y comprender su papel en la justificación de los conocimientos científicos.
- Evaluar y diseñar investigaciones científicas: Nos permite conocer los procedimientos básicos usados en el ámbito científico y la función de estos procedimientos a la hora de

evaluar los nuevos avances científicos, permitiendo definir como una problemática de carácter científico puede ser resuelta.

- Interpretar datos científicamente: Nos permite dar argumentaciones basadas en datos científicos e interpretar si los datos dados en los argumentos de otras personas y por lo tanto sus argumentos son incorrectos.

En el caso de que una actividad demandará el uso de varias de las competencias, se seleccionará la que tenga mayor relevancia para la resolución de la misma.

Procedimiento de recogida de datos

Se ha optado por un grupo de investigadores, todos docentes del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada. Cada investigador ha valorado, de manera independiente, las actividades de las pruebas en función de la presencia de las variables de estudio. Los resultados han sido depurados a través de un proceso preestablecido, que consistía en:

- Una primera reunión para analizar las diferencias entre observadores, hasta llegar a una observación conjunta.
- De no llegar a acuerdo, se procedería a otra observación individual seguida de una nueva reunión para intentar concretar esta respuesta conjunta.
- Por último, en el caso de no alcanzar acuerdo, se acudiría a un juez experto externo.

En nuestro caso, no fue necesario acudir al juez experto. El consenso en los resultados se alcanzo en la segunda reunión.

La información obtenida fue volcada en el software SPSS v. 22 para su tratamiento estadístico, en el que se han utilizado frecuencias.

Resultados y discusión

El Gráfico 1 muestra las frecuencias relativas de las competencias implicadas en la competencia científica y tecnológica (OCDE, 2016):

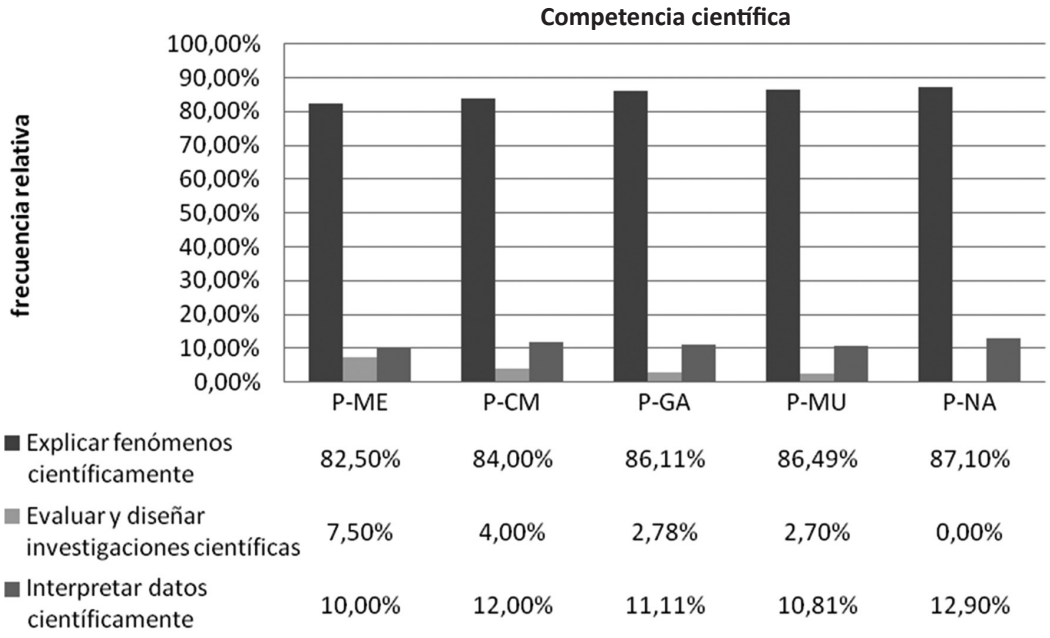


Grafico 1. Frecuencias relativas de la variable Competencia Científica.

Los resultados del estudio muestran que en todas las pruebas analizadas más del 80,00% de las actividades de evaluación requieren la competencia Explicar fenómenos científicamente. La competencia Evaluar y diseñar investigaciones científicas es la menos utilizada. La competencia Interpretar datos científicamente presenta frecuencia relativas cercanas al 10,00%.

La distribución observada se podría relacionar con una decisión premeditada para ajustarla al nivel de abstracción más bajo (Martín-Páez, Vílchez-González y Carrillo-Rosúa, 2017); principalmente en el diseño y evaluación de investigaciones científicas al estar limitados en tiempo, espacio (aula) y materiales (papel y lápiz).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos Gallardo, Mayorga y Sierra (2014) y Yus et al. (2013), en ambos artículos se demuestra el uso mayoritario de las demandas de bajo nivel podrían poner en duda el valor de este tipo de pruebas para la evaluación de competencias.

Conclusión

En respuesta al objetivo podemos concluir que las pruebas analizadas presentan una evaluación de la competencia científica descompensada, al carecer de una evaluación adecuada de las competencias Evaluar y diseñar investigaciones científicas e Interpretar datos científicamente. Estas pruebas utilizan mayoritariamente la competencia Explicar fenómenos científicamente, tal y como establece la OCDE (2016) todas las estas competencias son necesarias para el desarrollo de la competencia científica y por lo tanto no podemos decir que se esté evaluando la competencia científica si solo se evalúa una de las competencias implicadas en la misma.

Agradecimientos

Al grupo de investigación HUM 613 de la Universidad de Granada, en cuyo seno se realiza la investigación. Al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, por la concesión de la ayuda FPU15/04972 en la que se enmarca la investigación.

Referencias

Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Romero, P., y Manassero-Mas, M. A. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista CTS*, *2*(6), 73–99.

Benavides, M., León, J., y Etesse, M. (2014). *Desigualdades educativas y segregación en el sistema educativo peruano. Una mirada comparativa de las pruebas PISA 2000 y 2009*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE).

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Caraballo, R. M., Rico, L., y Lupiáñez, J. L. (2013). Cambios conceptuales en el marco teórico competencial de PISA: el caso de las matemáticas. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 17(2), 225-241.

Feinstein, N. W. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168–185.

Furió, C., Vílches, A., Guisasola, J., y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de Las Ciencias*, *19*(3), 365–376.

Gallardo-Gil, M., Fenández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M.-P., Serván, M., Yus, R., y Barquín, J. (2010). PISA y la Competencia Científica: Un analisis de las pruebas de PISA en el área de ciencia. *Relieve*, 16(2), 1–17. Retrieved from http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_6.htm

Gil Pérez, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación En La Escuela*, 43, 27–37.

Hodson, D., y Reid, D. J. (1988). Science for all: motives, meanings and implications. *School Science Review*, *69*, 653–661.

Kemp, A. C. (2002). *Implications of diverse meanings for "scientific literacy".* In The Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Pensacola, FL: AETS.

Kwak, Y. (2017). Analysis of Features of Korean Fourth Grade Students' TIMSS Science Achievement in Content Domains with Curriculum Change. *Journal of the Korean Association for in Science Education*, *37*(4), 599–609. http://doi.org/10.14697/jkase.2017.37.4.599

MECD. Ley orgánica 1/1990, de 3 de octubre de 1990, de Ordenación General del Sistema Educativo (1990). Retrieved from http://www.educacion.gob.es/mecd/oposiciones/files/logse.pdf

MECD, (2015a). *Marco General de la evaluación final de Educación Primaria*. Retrieved from http://educalab.es/documents/10180/477322/marco-teorico-evaluacion-final-6ep.pdf/4f3c3af0-5f88-4727-88a7-24956e 8ec24f

OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy, PISA*. OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en

Roberts, D. A. (2007). *Scientific literacy/science literacy*. In S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. 729–780). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Sjöström, J., Eilks, I., y Zuin, V. G. (2016). Towards eco-reflexive science education. *Science y Education*, 25(3), 321–341.

Solano-Flores, G., Contreras-Niño, L. A., y Backhoff-Escudero, E. (2006). Traducción y adaptación de pruebas: Lecciones aprendidas y recomendaciones para países participantes en TIMSS, PISA y otras comparaciones internacionales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2), 1–21.

Vidal, R., Díaz, M. A., y Jarquín, H. (2004). *Resultados de las pruebas PISA 2000 y 2003 en México: habilidades para la vida en estudiantes de 15 años*. Madrid, INEE.

Yus Ramos, R., Fernandez Navas, M., Gallardo Gil, M., Barquín Ruiz, J., Sepulveda Ruiz, M. P., y Serván Núñez, M. J. (2013). La competencia científica y su evaluación . Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557–576. http://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-360-127

La educación científica en un contexto no formal: el laboratorio abierto de la Domus

Yolanda Golías y Juan Carlos Rivadulla

Departamento de Pedagoxía e Didáctica. Facultade de Ciencias da Educación.
Universidade de A Coruña

y.golias@udc.es

Resumen

Uno de los factores más importantes en el aprendizaje en los museos de ciencia son las/os monitoras/es o educadoras/es, considerados/as personal clave para realizar las actividades o visitas. En este artículo, nos hemos centrado en el caso concreto de la Domus y en la descripción de su oferta de talleres experimentales, así como en el desarrollo de estrategias didácticas y habilidades específicas que la educadora de museo ha desarrollado en el ejercicio de sus funciones. Concretamente, se pretende reflejar la contribución a la alfabetización científica a través de las actividades que ofrecen estos contextos no formales, poniendo el acento en la figura de la monitora didáctica como elemento clave del proceso educativo. Concluimos al final del mismo que el papel del equipo educativo es esencial para contribuir a la educación científica.

Palabras clave: educación científica; talleres experimentales; educación no formal; laboratorio abierto; monitora didáctica.

Introducción

El papel de los museos científicos, como espacios de aprendizaje complementarios a la educación reglada, cuenta con numerosas investigaciones desde el ámbito de la educación (Blanco-López, 2004, Guisasola y Morentín, 2007, entre otros).

Los Museos Científicos Coruñeses (mc^2) ofrecen, además de la visita libre, una serie de actividades educativas dirigidas a escolares y público en general. Los objetivos fundamentales de la institución son presentar la ciencia en su contexto social, fomentar el desarrollo de habilidades científicas y actitudes positivas hacia la ciencia, contribuir a mejorar la percepción pública de la ciencia, etc. (Pérez, 2008).

La observación de un contexto no formal como es la Domus, museo interactivo dedicado al ser humano, y concretamente de las experiencias en el "Laboratorio Abierto", puede permitir comprobar si las sinergias entre el aprendizaje no formal y el formal, conducen a una interiorización efectiva del conocimiento científico. Es decir, si el "aprendizaje voluntario, no estructurado, no evaluado y ajeno a la escuela (no formal) refuerza al obligatorio, evaluado y estructurado que se recibe en el aula (formal) y viceversa" (Guisasola y Morentín, 2007: 404).

Por este motivo, con esta comunicación lo que se pretende es describir el trabajo realizado por las monitoras en un museo científico desde el punto de vista de un aprendizaje no formal.

Antes de adentrarnos en este análisis, es preciso desgranar el contexto desde el que se realiza esta reflexión.

La Domus: mucho más que un museo

La red de Museos Científicos Coruñeses (mc^2) es una institución de carácter interactivo y educativo de titularidad pública. Este complejo museológico, desde sus inicios, es concebido más allá de su impacto como lugar de atractivo turístico para la ciudad en la que se ubica. Se consideran espacios integrados en la urbe con una función divulgativa pero también social.

A partir de esta visión, se levanta la Domus (1995), como un centro interactivo de ciencia dedicado al ser humano, en el que se añaden también respuestas a las curiosidades sobre nuestra especie y su vida en sociedad. Es por este motivo que recalcamos su función social, más allá de la biología, sumergiéndonos en perspectivas antropológicas, históricas, sociológicas, e incluso arquitectónicas. Desde el contenido expositivo, acompañado de referencias artísticas ("El pensador" de Rodin o "La Gioconda" de DaVinci) hasta la propia estructura del edificio, diseñado por Aratha Isozaki son ejemplo de esta interdisciplinariedad.

La inclusión de lo que aquí denominamos "curiosidades" supone un aliciente atractivo para el público visitante, convirtiendo la ciencia en "diversión" e invitando a su vez a la reflexión.

Laboratorio Abierto: un espacio para hacer ciencia

Los mc^2 han hecho esfuerzos por mejorar y ofrecer una oferta de aprendizaje más atractiva, convirtiéndose en recurso para los docentes y la sociedad en general. La búsqueda de alternativas ha sido el detonante para el desarrollo de un mayor número de talleres experimentales dirigidos a grupos de escolares, a través de la participación en proyectos basados en la innovación educativa.

El personal de los museos ha participado y participa, en estas nuevas propuestas de educación científica, y su responsabilidad en la ejecución de las actividades es clave, tal y como hacían referencia Porta y Matos (2016).

¿Cómo nace el Laboratorio Abierto?

En el año 2010 la Domus participa en una experiencia piloto en España. Se presenta un portal educativo de carácter transnacional, Xplore Health (Xplorehealth.eu, 2018), cuya doble intención es despertar vocaciones científicas y estimular el interés por los conocimientos científico-técnicos de la población en general. Como señala De Paz y otros (2012), esto supone una experiencia motivadora para todos los agentes implicados en el aprendizaje de la ciencia.

Los recursos que ofrece el portal están distribuidos en cuatro bloques: juega, mira, decide y experimenta. La Domus será la responsable de llevar a cabo los protocolos experimentales, ofrecidos en este último bloque, cuyos objetivos generales son: acercar la ciencia a la sociedad, reflejar cómo es el trabajo en un laboratorio de investigación biomédica, manipular material de laboratorio, conocer las normas de seguridad, conocer los procesos de gestión de residuos, etc. En definitiva, se enseña a "hacer ciencia" aplicando las habilidades, actitudes y destrezas del método científico en el ámbito de la salud (De Paz y otros, 2012).

Finalmente, en 2012 se integra un nuevo espacio de experimentación, el Laboratorio Abierto, cuyo objetivo es convertir a todo el que participe en "científico/a."

La oferta educativa ofrecida a los/as escolares en este espacio interactivo se detalla en la tabla 1.

Las educadoras coordinadas por la responsable del personal del museo serán las encargadas de ejecutar siete talleres didácticos y, por lo tanto, el último eslabón de la cadena educativa museística en contacto con los/as escolares.

Tabla 1. Oferta educativa curso 2017-2018 en el Laboratorio Abierto

	Descripción	Nivel	Día/ Duración
Investiga la vacuna del VIH	Experimenta si la vacuna del sida podría ser eficaz para proteger a la población de distintos continentes.	Bachillerato y Ciclos Formativos	Miércoles/ 3 horas
La revolución biotecnológica	Participa en la búsqueda de una diana para el tratamiento contra la aterosclerosis.	Secundaria (3º y 4º ESO), Bachillerato y Ciclos Formativos	Martes/ 2 horas
¿Cómo se desarrollan los fármacos?	Participa en la síntesis de una molécula que será parte de un nuevo fármaco que se está investigando para el Parkinson.	Secundaria (3º y 4º ESO), Bachillerato y Ciclos Formativos	Viernes/ 2 horas
Disecciones en directo de corazón y ojo de cerdo	Participa en el taller de anatomía en el que se hacen disecciones de corazón y ojo de cerdo en directo.	Todos	4 talleres los jueves/ 30 min.
Artistas de la Prehistoria	Participa en el taller para convertirse en artista prehistórico y conocer los materiales, técnicas y temas favoritos de nuestros antepasados.	Primaria (3º a 6º) y Secundaria (1º y 2º)	Lunes/ 1h y 30 min.
ExploraDomus en la cocina	Participa en las actividades de exploración científica en la cocina.	Alumnos de Primaria (1º y 2º)	Lunes/ 1h.y 30 min.

Fuente: Elaboración propia

El papel de la monitora didáctica en los talleres experimentales

El esquema organizativo de un museo depende mucho de la naturaleza de la institución, su tamaño, el tipo de museo, sus prioridades o metas y objetivos del mismo (Ballart, 2007). Los *mc*^{2} son centros diseñados, creados y financiados por una entidad pública. Su organigrama es piramidal y basado en funciones, en el que la educadora de museo está situada en el último peldaño organizativo y, en este caso, depende de una entidad privada. El papel, o mejor dicho la consideración profesional del monitor de los museos, ha variado desde su nacimiento. Al comienzo, la acepción de "didáctica" no estaba vinculada a la denominación del puesto de monitoras en la Domus.

Según Rivero y Escanilla (2014) en su evaluación de comunicación de talleres didácticos, el grado de experiencia profesional y didáctica de un monitor es importante a la hora de realizar un taller. El educador con experiencia realizará una gestión más adecuada de los escolares, fomentará la comunicación, etc.

Tal y como señalan Couso y Hernández (2016), es evidente la evolución hacia un modelo de educación científica más amplio e integrador, dejando atrás modelos más tradicionales de comunicación científica, a través de talleres experimentales. En cualquier caso, los objetivos comunes a ambos ámbitos ofrecidos por museos de ciencia son: favorecer el diálogo: público y científicas/os, fomentar vocaciones y contribuir a la mejora de la cultura científica.

Es esta línea las monitoras de Domus tratan de alcanzar dichos objetivos, y prueba de ello son las habilidades que han desarrollado en la ejecución de las actividades científicas. Algunas dificultades para el profesional de museo señaladas por Morentín y Ajuria (2014), son no conocer al grupo, sus ideas previas o el desarrollo del programa curricular.

Conclusiones y derivaciones didácticas

No cabe duda de la inmensa contribución a la divulgación científica de los museos de ciencia y de su papel complementario a la educación formal. Museos y escuelas van de la mano en lo que a la alfabetización científica se refiere. Y en este proceso, la figura de la educadora científica es clave, así como su capacidad de adaptación al contexto específico y el desarrollo de didácticas apropiadas que permitan un acercamiento real de la ciencia al alumnado. Por todo ello, a continuación, se recomiendan algunas estrategias a desarrollar por los monitores del museo:

1. *Evaluación previa.* La información que maneja el educador antes de la actividad es, únicamente, el número de alumnos y el nivel; por lo tanto, el mismo día de la actividad debería comunicarse con el profesor para obtener información adicional que pueda beneficiar al transcurso de la misma. Las preguntas que, por ejemplo, podría formular son: ¿han trabajado en un laborat*orio?,* ¿es un grupo tímido?, ¿hay algún alumno con necesidades especiales?, *¿saben algo de la actividad?, etc.* Además, la educadora a través del juego o mediante preguntas podría obtener más información sobre los conocimientos previos científicos del alumnado. Por ejemplo: ¿p*odéis tocaros vuestro corazón?, ¿qué distancia hay entre cada ojo?, etc.*

2. *Transposición didáctica*. El monitor debería adaptar el lenguaje y los conocimientos científicos de la actividad en función de la edad y el nivel académico. En muchas ocasiones, se sabe el curso, pero se desconoce el desarrollo curricular. Por ejemplo, se puede recibir un grupo de 3º ESO que, a priori, tendría que tener algún conocimiento de química, pero en realidad no es así porque han empezado por física. Esta situación obliga a buscar estrategias como el uso de analogías. En este caso concreto, se explica qué es y cómo transcurre una reacción química de la misma forma que se hace un bizcocho: los ingredientes son los reactivos y el producto es el bizcocho. Además, al igual que para la elaboración de un bizcocho son muy importantes las cantidades, una reacción química debe ser ajustada para mantener las proporciones y se obtenga el producto deseado.

3. *Modelo dialógico de comunicación* para introducir los conceptos necesarios para realizar el experimento (Couso y Fernández, 2016). Las actividades de Domus, tanto para escolares como para público en general, se basan en un diálogo entre el educador y los participantes. La monitora debería preparar cada taller adaptando su contenido y lenguaje al nivel de los escolares y estar preparada para cualquier imprevisto y cambio de última hora. En definitiva, tiene que ser flexible, espontánea, y reaccionar con confianza y rapidez ante los acontecimientos (Quintas, 2017). Por ejemplo, en la actividad "Artistas de la Prehistoria" se comienza con una foto de diferentes homínidos y se mantiene un diálogo: educador-escolares. Las preguntas que se plantean son: *¿quiénes son estos señores?, ¿a quién se parecen?, ¿viven ahora?, etc.* A partir de las respuestas se detectan las ideas previas erróneas que a lo largo de la actividad se irán modificando.

4. *Temporalización*. El monitor actuará como guía ajustado los tiempos, favoreciendo la autonomía y el trabajo en equipo. La media de duración de los talleres es de 2 a 3 horas. La responsabilidad del monitor es captar y mantener la atención del alumnado. El proceso es intenso y no se debe saturar al participante con demasiada información. Por ejemplo, en función del grupo se incluirían videos, se fomentaría el debate, el juego, etc.

5. *La creatividad* debería ser una característica intrínseca de las monitoras. Cada una, en el proceso de formación, adaptará el taller "haciéndolo suyo" y buscará la mejor manera de comunicarlo. Además, en el transcurso la educadora tiene que mantener una escucha activa para identificar la predisposición y la motivación de cada individuo. Para ello, será importante que el taller se desarrolle en un clima agradable que asimismo favorezca la creatividad (Quintas, 2017). Por ejemplo, en el taller de VIH se invita a la reflexión cuándo

se habla de las distintas cepas que tiene el virus en todo el mundo. Se plantean preguntas del tipo: *¿qué solución aportaríais cómo científicos ante tal variabilidad de cepas de VIH?, ¿se tendrán que buscar tantas vacunas como variantes del virus?, ¿qué alternativa se os ocurre ante esta situación?, etc.*

BIBLIOGRAFÍA

Ballart. J. (2007). Manual de museos. Madrid, España: Síntesis (pp:91, 95-97)

Blanco-López, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias, Vol. 1*, Nº2, 70-86

De Paz, C; Barciela, Míguez, L. J.; Castiñeira, M.L.; Dávila, D.; Viñas, J.; Fuentes, M.J. (2012) Experiencia piloto en España. xplorehealth.eu Actas de XXV Encuentro de Didáctica De Las Ciencias Experimentales, 1229-1232. Santiago de Compostela.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de Ciencias en el aprendizaje de las Ciencias? *Una revisión de las investigaciones. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 25*Nº3, 401-414.

Hernández, M.I. y Couso, D. (2016) Comunicando ciencia en talleres experimentales para estudiantes de educación primaria y secundaria: Aportaciones de la didáctica de las ciencias experimentales al diseño, implementación y evaluación de talleres de comunicación científica. Barcelona: CRECIM Universitat Autònoma de Barcelona (pp. 6-11)

Morentin, M. y Ajuria, I. (2013) "La visita ideal a un museo de ciencias, según los equipos educativos" Actas de Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante, 1049-1050. Huelva

Pérez Maldonado, M. (2008): En *Actividades e recursos educativos dos Museos de Galicia.* Pose Blanco, A.M. y Rodríguez Rodríguez, X. (Coords). Noia: Toxosoutos y Santiago de Compostela: Nova Escola Galega y Consellería de Cultura e Deporte (*pp: 131)*

Porta Vales, A. y Mato Carrodeguas, MªC. (2016). Preferencias y necesidades del profesorado o acompañante de grupo que visita un Museo Interactivo de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (3), 511-526.*

Quintas, M. (2017). El museo como facilitador del pensamiento creativo. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, Nº36, 87-124.

Rivero, P., Escanilla, A. (2014). Evaluación de la comunicación patrimonial en los talleres didácticos del Museo de Calatayud. *Revista Anual Heritage & Museography sobre patrimonio y museos*, Vol. 15, Nº 11, 80-86.

Análisis comparativo de estándares de aprendizaje en relación a las actitudes científicas

Andrea Fernández-Sánchez y Ana Sánchez Bello
Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidad de A Coruña
andrea.fernandez.sanchez@udc.es

Resumen:

En la presente comunicación se establece una categorización de actitudes científicas que deben estar presentes en los currículos educativos y se realiza una comparativa de los estándares de aprendizaje de las materias de ciencias naturales dirigidas a estudiantes del último ciclo de Educación Primaria y primer ciclo de Educación Secundaria (entre 11 y 14 años), siendo su objetivo dilucidar cuáles son las actitudes científicas más fomentadas en los currículos educativos de Galicia, Castilla León y Andalucía.

Palabras clave: actitudes científicas; análisis estándares aprendizaje.

Introducción

La investigación didáctica sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia pone de manifiesto unos preocupantes resultados (Vázquez y Manassero, 2011): el descenso del interés hacia las ciencias desde primaria a secundaria, las actitudes negativas hacia la ciencia escolar, la influencia de las actitudes en la elección de estudios y la brecha de género. Los informes PISA, Rocard y proyecto ROSE en Vázquez y Manassero (2015) señalan como el principal problema de la educación científica, y más dramático, la falta de interés y las actitudes negativas de los estudiantes. Las actitudes hacia la ciencia escolar muestran un pronunciado descenso con la edad, mientras que el interés hacia el medio ambiente y la imagen de la ciencia no se deterioran (Vázquez y Manassero, 2011). La idea de ciencia escolar es esencial para la educación científica, sin embargo, este concepto es multifacético y cambia según las respuestas a unas preguntas clave: ¿qué es relevante?, ¿para quién es relevante?, ¿quién decide lo que es relevante? (Manassero y Vázquez, 2009). Esto produce que pueda haber múltiples currículos de ciencia y tecnología derivados de las respuestas dadas a las distintas cuestiones planteadas anteriormente.

Una de las principales dimensiones de este problema educativo son los currículos oficiales de ciencias, en los que se suelen presentar los contenidos como una serie de hechos poco contextualizados y desconectados de las experiencias de los estudiantes (Eurydice, 2011). Además, las actividades de laboratorio, experimentales y de campo no suelen formar parte del quehacer educativo. En este sentido, el informe Enciende (Couso *et al*., 2011 en Criado *et al*., 2014) destaca la necesidad de cambiar los contenidos, las metodologías y la evaluación tomando como referencia a países que incluyan en su currículum un enfoque CTS.

El problema investigado

Se ha realizado un estudio comparativo del currículo oficial de las materias CIENCIAS NATURALES, BIOLOGÍA Y FÍSICA Y QUÍMICA, en las comunidades autónomas de Galicia, Castilla y León y

Andalucía (a partir de ahora referenciadas como GA, CL y AN.), en los cursos de quinto y sexto de primaria, y primero y segundo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (entre 11 y 14 años). Han sido seleccionadas estas comunidades por sus resultados en el último informe PISA (2015), CL puntuando por encima de la media de la OCDE, GA estando en la media y AN siendo la que puntúa más bajo del territorio español.

El análisis se centró en determinar qué actitudes científicas fomenta el currículo de las comunidades anteriormente mencionadas. Para ello, se analizaron los distintos elementos curriculares recogidos en los estándares de aprendizaje, ya que recogen los conocimientos que el alumnado debe adquirir después de trabajar los contenidos curriculares.

Metodología

Se siguieron las pautas metodológicas de la educación comparada propuestas por Ferrán (2002 en Criado *et al.*, 2014), se analizaron los reales decretos que establecen los currículos de la educación primaria y secundaria en tres etapas: descriptiva, yuxtaposición y comparativa, siendo estas repetidas en ocasiones.

Se procedió a una comprensión del documento, localizándose los datos relevantes para el análisis. Posteriormente, se establecieron los criterios de selección y se buscó la presencia o ausencia de estándares de aprendizaje que encajaran dichas categorías. Finalmente, se compararon los resultados de los análisis de los currículos de las diferentes comunidades autónomas.

Se han establecido diez criterios, basados en los ítems de cuestionarios internacionales como el proyecto ROSE en torno a la promoción de actitudes científicas: 1. Ciencia y vida cotidiana. 2. Ciencia como avance de la sociedad. 3. Ciencia y salud. 4. Ciencia y medio ambiente. 5. Ciencia y género. 6. Papel colaborativo de la ciencia. 7. Conocimiento científico cambia. 8. Actitudes procedimentales. 9. Procesos de la ciencia. 10. TIC y ciencia.

Cabe destacar que un estándar de aprendizaje puede circunscribirse a varios criterios, sin embargo, en esta comparativa se ha realizado un análisis cuantitativo de los estándares, es decir, si están o no circunscritos a las variables establecidas.

Resultados

Ciencias naturales.- El primer bloque, Iniciación a la actividad científica, es común para todos los cursos en el currículo de CL. Como se puede observar en la primera tabla, 7 de los 15 estándares promueven alguna actitud científica; mientras que el currículo gallego de quinto de primaria 9 son actitudinales. AN es la comunidad que menos estándares incluye, 2 pero ambos sobre el papel colaborativo de la ciencia y a los procesos de la ciencia.

En el segundo bloque, dedicado al ser humano y la salud, tanto AN como el quinto curso de GA contienen 5 estándares, siendo 3 relativos a la ciencia y la salud. El quinto curso de CL incluye 13, 9 fomentando actitudes y uno de ellos relativo a la ciencia y al género. El sexto curso de esta comunidad aumenta un estándar y elimina los relativos al género y la vida cotidiana. El currículo gallego de sexto curso gallego incluye 7 estándares, 6 de ellos actitudinales.

El tercer bloque, los seres vivos, es de los más amplios. En GA, el currículo de quinto de primaria desarrolla 8 estándares y CL 17, sin embargo, ambas presentan 5 actitudinales. El sexto curso de GA contiene 9 estándares, aunque, el número de actitudinales es menor que en quinto, siendo 3. CL en sexto disminuye el número de estándares a 13, con 5 actitudinales. AN, es la comunidad que menos estándares abarca, sin embargo, todos ellos desarrollan actitudes científicas. Además, AN hace mención específica al cuidado y respeto de los ecosistemas andaluces, mientras que Castilla y León incluye el reconocimiento de sus ecosistemas, pero no la importancia de su cuidado y GA no incluye ningún estándar sobre los ecosistemas gallegos.

La materia y la energía se encuadran en el cuarto bloque del currículo. El currículo de CL incluye 13 estándares en quinto y 10 en sexto; ambos incluyendo cinco actitudinales. En GA este bloque

Tabla 1. Comparativa currículo de Ciencias Naturales. Bloques 1, 2 y 3

	CIENCIAS NATURALES													
	BLOQUE 1				BLOQUE 2					BLOQUE 3				
	GALICIA		CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA		CASTILLA Y LEÓN		ANDALUCÍA	GALICIA		CASTILLA Y LEÓN		ANDALUCÍA
	5º	6º	5º y 6º	5º y 6º	5º	6º	5º	6º	5º y 6º	5º	6º	5º	6º	5º y 6º
Ciencia y sociedad							1							1
Ciencia como avance social						1	1	1						
Ciencia y salud					3	5	6	5	3					
Ciencia y medio ambiente										1	1	1	2	5
Ciencia y género							1							
Papel colaborativo de la ciencia	3	2	2	1										
Conocimiento no estático														
Procedimentales														
Procesos de la ciencia	2	2	2	1						2	1	1	2	
Las TIC y la ciencia	5	3	3							2	1	1	1	
TOTAL ACTITUDES	9	7	7	2	3	6	9	6	3	5	3	3	5	6
TOTAL ESTÁNDARES	12	9	15	2	5	7	13	14	5	8	9	17	13	6

Tabla 2. Comparativa currículo de Ciencias Naturales. Bloques 4 y 5

	CIENCIAS NATURALES									
	BLOQUE 4					BLOQUE 5				
	GALICIA		CASTILLA Y LEÓN		ANDALUCÍA	GALICIA		CASTILLA Y LEÓN		ANDALUCÍA
	5º	6º	5º	6º	5º y 6º	5º	6º	5º	6º	5º y 6º
Ciencia y sociedad	3				1	3	3	2	2	
Ciencia como avance social						2	4	3	4	1
Ciencia y salud										
Ciencia y medio ambiente	1	1	2	3	3					
Ciencia y género	1					1	1	1	1	1
Papel colaborativo de la ciencia								1		
Conocimiento no estático										
Procedimentales			2	1	2					
Procesos de la ciencia		2	1		2					2
Las TIC y la ciencia				1				4	3	1
TOTAL ACTITUDES	5	3	5	5	8	6	8	11	10	5
TOTAL ESTÁNDARES	9	11	13	10	8	6	8	13	13	4

Tabla 3. Comparativa currículo Biología 1ºESO

	BIOLOGÍA														
	BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4			BLOQUE 5		
	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA
Ciencia y sociedad				1	1		1		1			1			
Ciencia como avance social															
Ciencia y salud			1												
Ciencia y medio ambiente			1	7	7	6	1	1		2	2	4			
Ciencia y género															
Papel colaborativo de la ciencia													1		
El conocimiento científico no es estático	3					1									
Procedimentales			1					3							
Procesos de la ciencia		2	1			1							3		
Las TIC y la ciencia													1		
TOTAL ESTÁNDARES ACTITUDINALES	3	2	4	8	8	8	2	4		2	2	5	5		
TOTAL ESTÁNDARES	6	6	4	21	21	16	11	13	10	3	5	6	6	0	0

Tabla 4. Comparativa currículo Física y Química 2ºESO

	FÍSICA Y QUÍMICA														
	BLOQUE 1			BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4			BLOQUE 5		
	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA	GALICIA	CASTILLA Y LEÓN	ANDALUCÍA
Ciencia y sociedad	4	1		4	4		2		1	3	2		3	4	5
Ciencia como avance social			1				1								
Ciencia y salud									1						
Ciencia y medio ambiente					1		1		1				1	4	4
Ciencia y género															
Papel colaborativo de la ciencia	1														
El conocimiento científico no es estático															
Procedimentales											1				1
Procesos de la ciencia	2		2	1	1	1									
Las TIC y la ciencia	3			1	1	1				1	1				
TOTAL ESTÁNDARES ACTITUDINALES	10	1		6	7	2	4		3	4	4	0	4	8	10
TOTAL ESTÁNDARES	11	3	6	13	24	5	7		4	15	7	4	10	13	12

incluye 9 y 11 estándares correspondientemente, mientras que en andaluz El currículo andaluz incluye 8, desarrollando todos ellos alguna actitud científica.

El último bloque, tecnología, objetos y máquinas, es el que más actitudes científicas promueve. En GA se incluyen 6 y 8 estándares, todos ellos desarrollando alguna actitud, incluso una en relación a la ciencia y el género. El currículo de quinto y sexto de primaria de CL incorpora 13 estándares, casi todos de ellos actitudinales, mientras que el andaluz 4.

Biología.- La materia de biología y geología es de carácter troncal, siendo obligatoria tanto en primero de ESO. El currículo de esta asignatura se divide en 4 bloques en las comunidades de AN y CL, y en 5 en GA.

El primero de los bloques es relativo a la metodología científica, siendo esperable que sea el que fomente más actitudes científicas. Sin embargo, tanto en GA como en CL de 6 estándares tan solo 3 incluyen actitudes, todas relativas al método científico. En AN, al carecer de estándares, se han analizado los criterios de evaluación, teniendo esta comunidad 1 adicional relativo al uso correcto de materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.

El segundo bloque, la tierra en el universo, es el más amplio, teniendo los mismos estándares GA y CL. El currículo de ambas se compone de 21 estándares, ambos desarrollando 8 estándares actitudinales. El currículo andaluz, establece 16 estándares y 8 de ellos son actitudinales, siendo uno relativo a la gestión de los recursos hídricos de esta comunidad. El bloque 3, la biodiversidad, presenta estándares diferentes en GA y CL, teniendo esta última 2 adicionales. Además, tal y como se puede ver en la tabla es la que menos estándares actitudinales contiene. AN, en la línea de todo el currículo de biología, añade un criterio concerniente a la importancia de AN como una de las regiones de mayor biodiversidad de Europa.

El cuarto bloque, ecosistemas, es el más escueto en todas las comunidades, incluyendo 5 estándares en CL, 3 en GA y 6 criterios, la cual incluye un criterio de evaluación adicional relativo al reconocimiento y valoración de la diversidad de ecosistemas andaluces.

El quinto bloque, incluido solamente por GA, está enfocado a desarrollar un proyecto de investigación y todos los estándares propuestos en este bloque, salvo uno, son actitudinales.

Física y Química.- La materia de física y química, cursada en 2ºESO, está integrada por 5 bloques en todas las comunidades.

El primero de ellos es un bloque genérico dedicado a la actividad científica, CL establece 3 estándares, sin embargo, en GA este bloque cuenta con 11 estándares, 10 de ellos actitudinales. AN presenta 6 criterios de evaluación, siendo tres de carácter actitudinal. Estas 3 comunidades en criterios de evaluación mencionan la eliminación de residuos para la protección del medio ambiente, sin embargo, no lo establecen en ningún estándar. Lo mismo sucede en GA y AN con el segundo criterio de evaluación, que establece valorar la investigación científica y su impacto en la industria y en el desarrollo de la sociedad, no obstante, en sus estándares de aprendizaje no aparece nada relativo al papel de la ciencia en el avance de la sociedad.

En el segundo bloque, la materia, se desarrollan los mismos contenidos en GA y AN, ambas con 5 criterios de evaluación iguales. En el último criterio, GA añade la aplicación en el laboratorio de los contenidos trabajados. En el caso de CL se desarrollan 11 criterios que se evalúan a través de 24 estándares. Debido a la ampliación bloque 2, CL prescinde el bloque 3, que si lo contemplan AN y GA. En este bloque, tanto GA como AN, incluyen los cambios físicos y químicos, teniendo ambas comunidades 4 criterios.

El cuarto bloque dedicado al movimiento y las fuerzas está incluido en todas las comunidades. Este bloque en el currículo andaluz y castellano leonés está compuesto por 4 criterios de evaluación, mientras que el gallego está formado por el doble. En este sentido, CL incluye 7 estándares, mientas que GA 15, desarrollando ambas 4 actitudinales.

En el último bloque, la energía, CL incluye 7 criterios de evaluación, los mismos que AN. Sin embargo, esta comunidad adiciona 5 criterios relativos al reconocimiento de la importancia de las

energías renovables en AN y la elaboración de un proyecto de investigación sobre instrumentos ópticos empleando las TIC.

Conclusiones

Los tres currículos están estructurados de forma diferente, siendo el gallego el más claro. El currículo de primaria gallego se estructura por cursos, igual que el de Castilla León, mientras que el andaluz se estructura por ciclos, algo ya eliminado por la LOMCE. Cada materia está dividida en bloques, siendo su estructura diferente según la comunidad autónoma. Castilla y León en cada bloque establecen los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables, mientras que Galicia adiciona los objetivos y las competencias clave. Además, estas dos comunidades presentan otra diferencia significativa, Castilla y León secuencia los contenidos, los criterios y los estándares consecutivamente, siendo difícil discernir que contenido se adecúa a qué criterio y estándar; mientras que Galicia los separa. Andalucía organiza su currículo por ciclos en lugar de por cursos. Además, presenta un mapa de desempeño de cada área en el que aparecen los objetivos del área, los criterios de evaluación de los tres ciclos, los criterios de evaluación de la etapa y los estándares de aprendizaje. También contiene unas tablas que se organizan por los criterios de evaluación de cada ciclo, desglosando posteriormente las orientaciones de este criterio, es decir, qué se pretende evaluar y unos consejos metodológicos, los objetivos del área, los contenidos de área, las competencias y los indicadores relacionados con dicho criterio de evaluación.

En lo tocante a las actitudes científicas, debemos destacar que contener un mayor número de estándares no significa que estos vayan a promover y desarrollar actitudes científicas. Como se ha visto, la mayoría son de carácter memorístico, y no fomentan un aprendizaje significativo. Andalucía, es la comunidad autónoma que presenta un menor número de estándares, pero la mayoría fomentan actitudes científicas. Esto choca con los datos obtenidos en el informe PISA, que la sitúan entre las peores comunidades autónomas en conocimiento científico. Por lo tanto, esto significa o que PISA evalúa contenidos de carácter memorístico y no actitudinales, o que el fomentar actitudes científicas en las clases de ciencia no promueve el aprendizaje científico, o lo que es más probable, que, aunque el currículo recoja entre sus criterios actitudes científicas, desde las escuelas se sigue empleando una enseñanza tradicional.

Este trabajo forma parte del proyecto de Investigación “El desarrollo de capacidades y actitudes positivas hacia la ciencia implicadas en la competencia científica en el tránsito entre la educación primaria y secundaria”. Referencia: edu2016-79563-r. Financiado por el MINECO

Referencias bibliográficas

Criado, A.M., Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 249-266.

EURYDICE (2011). Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA P9 Eurydice). Recuperado el 22/02/2018 de http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf

Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relaciona2 con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia & Educaçao*, v.17, n.2, 249-268.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de alg1s factores determinantes en 6 países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 264-277.

Percepciones sobre pseudociencias e innovaciones tecnológicas en alumnado de primer ciclo de ESO

Jordi Domènech-Casal [1,2], Jesús Gasco[1], Neus Ruiz[1], Anna Saperas[1]

[1] Institut Marta Estrada (Granollers), [2] Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Universitat Autònoma de Barcelona

jdomen44@xtec.cat

Resumen:

Las pseudociencias son propuestas no basadas en evidencias científicas que se presentan como científicas. Existe un auge de las pseudociencias en ámbitos terapéuticos que está generando preocupación. Como inicio de un proyecto para el trabajo con pseudociencias en el aula, se han evaluado las percepciones de certidumbre de distintas propuestas pseudocientíficas e innovaciones tecnológicas en alumnado de primer ciclo de ESO. Los resultados indican que existe un leve sesgo de género en la aceptación de pseudociencias e innovaciones tecnológicas.

Palabras clave: Pseudociencias, Competencia Científica, Educación para la Ciudadanía

Introducción: Las pseudociencias como urgencia

Las pseudociencias son propuestas no basadas en el consenso de la comunidad científica, que se defienden como científicas, ciertas o válidas. Según Bunge (1984), las prácticas pseudocientíficas reúnen las características de presentar un lenguaje obscurantista, énfasis en la confirmación, fundamentación en testimonios, crear proposiciones *ad hoc* para anomalías observadas, ausencia de auto-evaluación y dificultades para conectar su discurso con las ciencias establecidas. En el campo de la salud, lo son propuestas de terapias alternativas como la homeopatía, la medicina germánica, el biomagnetismo, la ozonoterapia o el reiki (Shermer, 2008).

Las propuestas pseudocientíficas tienen una gran presencia social (García-Molina, 2015), incluso en espacios públicos o universitarios. Algunos autores han descrito que tienen una aceptación mayor en personas con formación (Cortiñas-Rovira, Alonso-Marcos, Pont-Sorribes y Escribà-Sales, 2015). Estudios estadísticos realizados en España (INE, 2013; MINECO, 2016) muestran elevados porcentajes de personas que dan mucha o algo de certidumbre a propuestas pseudocientíficas como la acupuntura (58%), homeopatía (52%), horóscopos (31%), y que esos porcentajes son mayores en mujeres que en hombres. Este auge y aceptación acrítica de las pseudociencias tiene importantes consecuencias en la salud de las personas, que se plasman en noticias cada vez más frecuentes en periódicos, relativas a intoxicaciones, o personas que han abandonado tratamientos farmacológicos por las promesas vacías de gurús y chamanes. Esta confianza en las pseudociencias se relaciona con errores epistémicos, como el efecto placebo (por el cual un paciente experimenta mejoría por elementos no vinculados al tratamiento en sí) (Shermer, 2008, López-Nicolás, 2016).

Entre el profesorado es frecuente la aceptación de las pseudociencias como teorías o propuestas válidas (Hobson, 2001, Solbes y Torres, 2013, Uskola, 2016). En varios trabajos realizados

con profesorado en formación (Yates y Chandler 2000, Uskola 2016) se describe bajo escepticismo ante distintas propuestas pseudocientíficas como los poderes psíquicos, las profecías o la homeopatía. Los autores de estos trabajos identifican como variable relacionada el género: las maestras en formación muestran un menor escepticismo ante estas propuestas que sus compañeros, una asociación que no se repite con otras variables como las horas de TV o factores relacionados con la cognición.

En relación a estos sesgos de género descritos en las pseudociencias, otros autores describen que existe también un sesgo de género en relación a las vocaciones científico-tecnológicas (Rocard *et al*, 2006), lo que parece sugerir que podría ser una manifestación de una desvinculación más general asociada al rechazo por la ciencia por estereotipos de género.

En la enseñanza de las ciencias, el trabajo con pseudociencias se puede relacionar con distintos marcos conceptuales. Por un lado, están vinculadas con las perspectivas didácticas de la Naturaleza de la Ciencia, (Lederman, 2007), que defiende la necesidad de desarrollar en el alumnado la comprensión de la creación del conocimiento científico desde un punto de vista epistémico. Por otro lado, las pseudociencias son un espacio didáctico que conecta con las habilidades del alumnado en el análisis crítico (Lipman, 2003; Halpern, 2006; Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2010; Osborne, 2014; Blanco, España-Ramos y Franco-Mariscal, 2017) el uso de pruebas (Bravo, Puig & Jiménez-Aleixandre, 2009), las controversias socio-científicas (Díaz y Jiménez-Liso, 2012, Solbes, 2013b) y la formación científica para la ciudadanía (Domènech-Casal, 2018).

Hemos iniciado un proyecto, llamado KéMestásKontáiner, orientado al trabajo con las pseudociencias con el alumnado de ESO. El proyecto tiene por objetivo crear herramientas didácticas que ayuden al alumnado a distinguir ciencia de pseudociencia para otorgar certidumbre a proposiciones en base a distintos tipos de argumentos. Como desarrollo preliminar, hemos desarrollado varias herramientas didácticas y antes de su aplicación nos hemos propuesto identificar el nivel de certidumbre (fiabilidad) que confiere el alumnado a las pseudociencias y la innovación tecnológica.

Metodología

Participaron 68 alumnos (33 alumnos y 35 alumnas) de 1º y 2º de ESO (12-14 años) que no habían realizado ninguna actividad previa sobre el tema. Se propuso al alumnado que explicitara en una escala de certidumbre su valoración de distintas proposiciones relativas a propuestas pseudocientíficas o innovaciones tecnológicas socialmente controvertidas (Figura 1). Se identificó cada nivel de certidumbre numéricamente, del 1 (menor certidumbre) al 10 (mayor certidumbre), y se usó ese valor para contabilizar el grado de certidumbre que otorgaba cada alumno/a a las distintas proposiciones. Se calcularon las medias y representaron los resultados por separado entre alumnos y alumnas, para cada una de las proposiciones. Para analizar la distribución de forma gráfica teniendo en cuenta la distribución, se sintetizaron los resultados en escala del 1 al 5 y se representaron en forma de mapa, calculando cuántos alumnos/as se situaban en cada uno de los niveles de certidumbre para cada proposición.

Resultados y conclusiones

Al analizar los datos del alumnado los alumnos en general otorgan una baja certidumbre al Reiki, las gemas y los curanderos y los horóscopos. También coinciden en dar una alta certidumbre al uso de Vacunas y plantas medicinales y baja al uso de la energía nuclear (Figura 1). Tanto alumnos como alumnas dan una certidumbre mayor que 5 a la Homeopatía, una pseudociencia actualmente foco de controversia. En el resto de propuestas, se observa una tendencia general: en comparación con los alumnos, las alumnas tienen una mayor tendencia a dar certidumbre a propuestas pseudocientíficas y menor certidumbre a desarrollos tecnológicos.

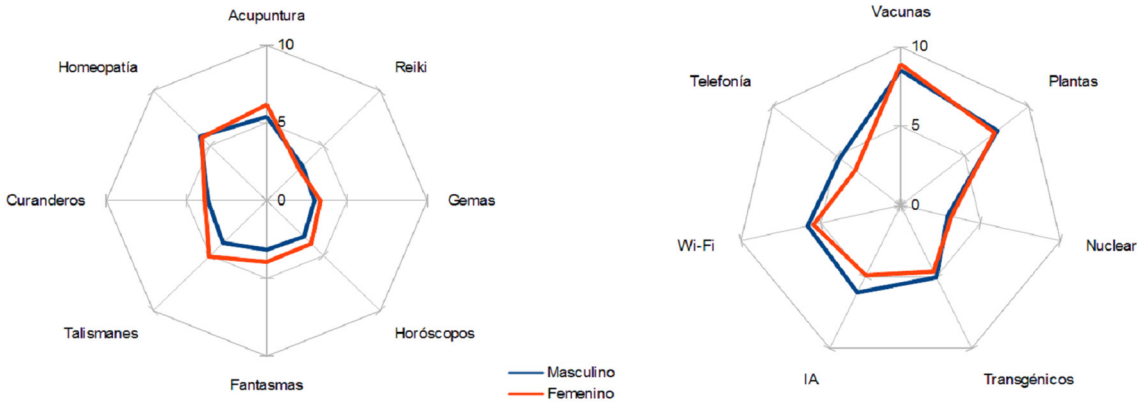


Figura 1.- Valores medios del nivel de certidumbre que confiere el alumnado a distintos tipos de propuestas de ámbito pseudocientífico y tecnológico.

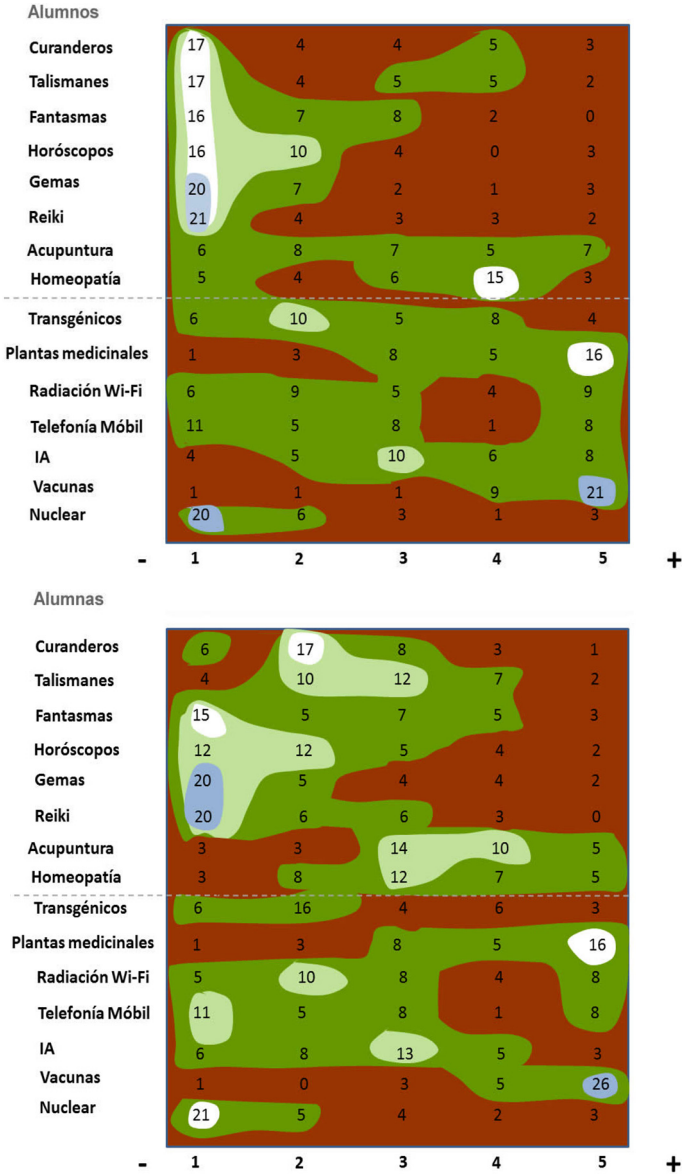


Figura 2. Representación del número de alumos/as que apoyan cada nivel de certidumbre, cada color representa un intervalo de cantidad de alumnos/as que se sitúan en cada nivel de certidumbre en relación a una proposición dada.

Contrariamente a la alerta social que despierta estos temas, el nivel de certidumbre que confieren los alumnos a las Vacunas, el Reiki y los curanderos no son excesivamente alarmantes. En cambio, el alumnado confiere una certidumbre alta a la Homeopatía, otro tema de actualidad que genera preocupación.

Nuestros resultados confirman un leve sesgo de género en lo relativo a las pseudociencias y la tecnología. Las primeras serían mejor aceptadas por las alumnas y las segundas por los alumnos. Estos resultados coinciden con la reciente VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (MINECO, 2016), que detecta un sesgo de género según el cual las mujeres son menos escépticas con las pseudociencias, al tiempo que tienen peor percepción de aspectos tecnológicos como los teléfonos móviles, los transgénicos o el Wi-Fi.

Este sesgo medido es muy pequeño y la Figura 2 muestra que las diferencias de distribución no son tan distintas entre alumnos y alumnas como la media parece sugerir. Tal como sugieren otros autores (Kolsto, 2001, Muñoz, 2004; Acevedo, 2006), podrían existir motivos no epistémicos, en este caso relacionados a roles de género que condicionan el posicionamiento ante las distintas propuestas. Hemos considerado la posibilidad que las diferencias se deban a que roles de género impulsen las alumnas a conferir certidumbre a las proposiciones relacionadas con los cuidados y los alumnos a las relacionadas con la tecnología, pero los datos contradicen esta hipótesis. Es posible también que participen elementos emocionales o identitarios de exclusión entre personas que no perciben en sí mismas la capacidad de participar en la gran conversación de la Ciencia. Este factor ha sido ya confirmado como causa de sesgo de género en las vocaciones científico-tecnológicas (Rocard *et al*, 2008) y podría también estar en la base de los sesgos de género relativos a la aceptación de pseudociencias e innovaciones tecnológicas.

El proyecto KéMestásKontáiner (Grupo de trabajo Calamares Gigantes, 2017) pretende desarrollar herramientas y enfoques para el desarrollo de la competencia científica para la ciudadanía (Domènech-Casal, 2018) en relación con las pseudociencias. Como vías de continuidad del proyecto, nos proponemos:

- Proponer al alumnado herramientas para distinguir tipos de argumentos para conferir certidumbre a proposiciones.
- Desarrollar actividades y propuestas que promuevan un desarrollo epistémico sobre la Naturaleza de la Ciencia como conocimiento no dogmático, provisional, parcial y sujeto a pruebas.
- Evaluar las capacidades del alumnado de identificar y usar pruebas y relacionarlas con su aceptación/no aceptación de propuestas pseudocientíficas.

Agradecimientos

Reflexiones incluidas en este artículo se enmarcan en la reflexión metodológica del grupo de investigación consolidado ACELEC (Activitat Científica Escolar: Llenguatges, Eines i Contextos) referencia 2017 SGR 1399) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). Los autores agradecen la colaboración de profesorado y alumnado del Institut Marta Estrada en la aplicación de las actividades.

Referencias

Acevedo, J. A. (2006). Relevancia de los factores No-Epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3(3), 370-391.

Blanco, A., España-Ramos, E. & Franco-Mariscal, A.J. (2017) Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.

Bravo, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, P. (2009) Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química,* 137-142.

Cortiñas-Rovira S., Alonso-Marcos F., Pont-Sorribes C. & Escribà-Sales E. (2015) Science journalists´ perceptions and attitudes to pseudoscience in Spain. *Public Understanding of Science, 24*, 450-465.

Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105.

García-Molina, R. (2015). Pseudociencia en el mundo contemporáneo. *Alambique*, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* 81, 25-33.

Grupo de trabajo Calamares Gigantes (2017). KeMestasKontainer, materiales para el trabajo con pseudociencias. [http://www.betacamp.cat/kemestaskontainer/]

Hobson, A (2001). Teaching Relevant Science for Scientific Literacy: Adding a Cultural Context to the Sciences. *Journal of College Science Teaching 30(4), 238-243.*

INE (Instituto Nacional de Estadística) (2013) *Encuesta Nacional de Salud 2011-2012*. www.ine.es

Jiménez-Aleixandre M. P. (2010) *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Kolstø S. D. (2001) Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85 (3), 291–310.

Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. E*n:* Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education.* . Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

López-Nicolás, J.M. (2016). *Vamos a comprar mentiras. Alimentos y cosméticos desmontados por la Ciencia*. Palencia: Ediciones Cálamo.

MINECO (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) (2016). VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia. [https://t.co/KrH1UmNwLZ] [Consultado en 12/12/17]

Muñoz, E. (2004). Los problemas en el análisis de la percepción pública de la biotecnología: Europa y sus contradicciones. En F. J. Rubia, I. Fuentes y S. Casado, Coord. (2004): *Percepción social de la ciencia*, pp. 127-166. Madrid:Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED Ediciones.

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.

Osborne J. & Dillon J. (2008) *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation*. London: The Nuffield Foundation.

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. Enhancing the quality of argument in school science, *School Science Review*, 82(301), 63-70, 2001.

Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walwerg Henriksson, H.Y & Hemmo, V. (2008). *Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa.* Comisión Europea.

Shermer, M. (2008). *Por qué creemos en cosas raras. Pseudociencia, superstición y otras confusiones de nuestro tiempo*. Barcelona: Alba Editorial.

Solbes J. (2013) Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo de pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (1), 1-10.

Solbes, J. y Torres, N. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis*, 33, 61-85.

Uskola, A. (2016) ¿Los productos homeopáticos pueden ser considerados medicamentos? Creencias de maestras/os en formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 574-587.

Vieira, M.R., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, E. (2010). Pensamiento crítico y literacia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 65, 96-104.

Yates G. C. R. & Chandler M. (2000) Where have all the skeptics gone?: Patterns of New Age beliefs and anti-scientific attitudes in preservice primary teachers. *Research in Science Education*, 30, 377-387.

Estudio de caso sobre la inclusión de cuestiones sobre sostenibilidad en torno al huerto escolar en Educación Primaria

J. Samuel Sánchez Cepeda, Paula Mariscal Díaz y Mª del Carmen Conde Núñez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura

samuel@unex.es

Resumen:

El estudio de caso desarrollado está relacionado con la integración de cuestiones de sostenibilidad por parte de maestros de Educación Primaria que llevan a cabo propuestas de huerto escolar. Para conocer el grado de integración de algunas categorías en relación con la sostenibilidad se diseñaron indicadores para cada una de ellas. Presentamos los resultados obtenidos gracias a una entrevista realizada a una maestra, y analizamos los resultados utilizando una metodología cualitativa de corte interpretativo.

Palabras clave: sostenibilidad; huerto escolar; estudio de caso; educación primaria.

Introducción

Compartiendo la idea de Escutia (2009), el huerto escolar es un modelo muy práctico donde se puede descubrir y aprender la estrecha relación que hay entre el hombre y la naturaleza, ya que nuestras raíces, están fijadas en la tierra, y cada vez somos más conscientes de que somos integrantes de un grandísimo y diverso ecosistema en el cual estamos todos los seres vivos ligados. Este modelo de huerto escolar ecológico pretende ser la base para el aprendizaje integrado mediante experiencias motivadoras y del mundo real como bien afirman Eugenio y Aragón (2016). Creemos que el huerto escolar en los centros educativos debería llevar implícito el trabajo con la sostenibilidad en todos sus aspectos. Por ello, nos adentramos en esta investigación en algunos de estos, que debemos tener en cuenta para enriquecer y llenar de coherencia el trabajo educativo de estas experiencias.

Marco teórico

Educar para la sostenibilidad constituye un objetivo que implica un esfuerzo educativo enfocado a cambiar los modelos interpretativos en relación con las cuestiones ambientales y ofrecer la vivencia de modelos alternativos que permitan su análisis y contraste (Junyent y otros, 2003). “Hablar de sostenibilidad es hablar de un imperativo ético que tiene que ver con cuestiones de protección del medio natural, reducción de la pobreza, igualdad de sexos, promoción de la salud, derechos humanos, comprensión cultural y paz, producción y consumo responsables, acceso igualitario a las TIC, etc.”, tal como recoge la Declaración de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) (CADEP-CRUE, 2012, p.5).

El tratamiento en el aula de líneas metodológicas de ambientalización curricular tales como complejidad, compromiso para la transformación de las relaciones Sociedad-Naturaleza, contextualización, generar espacios de reflexión y participación democrática,… incluidas en las categorías propuestas por las autoras anteriores, y que deberían formar parte de un estudio ambientalizado, así como su concreción en acciones, según García-González y otros (2017), permite caracterizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, coherentes con la sostenibilidad.

En una educación por la Sostenibilidad que ayude a mirar los fenómenos con una visión sistémica, a participar en las decisiones y a actuar en un contexto comunitario, el huerto puede ser un contexto próximo que permita desarrollar la capacidad de actuar en el ámbito de la Sostenibilidad. Pero a menudo la acción resulta demasiado central, y se dedica poco tiempo a la reflexión sobre las acciones que se desarrollan (Rekondo y otros, 2012).

Para poner en marcha huertos escolares es necesaria una adecuada formación del profesorado, y en este sentido Eugenio y otros (2018) hablan del emergente movimiento de huertos educativos que se está impulsando desde algunas universidades españolas acuñando el término Huertos EcoDidácticos. Respecto a la percepción de la utilidad didáctica del huerto escolar por parte de maestros en formación, en el estudio de Ceballos y otros (2014) se sorprenden agradablemente respecto a las expectativas que los propios estudiantes tienen en el huerto escolar, valorándolo en todos los ítems de forma superior a los compañeros que han optado por otros proyectos.

Para Conde y otros (2009) es de gran interés conseguir que distintas generaciones participen en los huertos escolares por la riqueza que se introduce en la experiencia en todos los sentidos. En esta misma línea, Barrón y Muñoz (2015) destacan que la experiencia de Huertos escolares comunitarios es una herramienta transversal, de valor educativo y social, que permite integrar competencias tanto básicas como transversales de todo el currículo, así como trabajar valores de muy diversa índole. También se está investigando y aportando líneas para avanzar en relación con los huertos escolares y sociales como recurso para la educación en y para el decrecimiento, contribuyendo a dar una respuesta a un hecho como este, que ya es real en nuestra sociedad y con el que todos convivimos (Rodríguez-Marín y otros, 2015).

Por otra parte, el planteamiento de una propuesta sobre el huerto escolar como ecosistema para fomentar el pensamiento sistémico, es una cuestión muy interesante y en ese sentido la agroecología escolar, para Llerena y Espinet (2017), impulsa un diálogo entre la escuela como entorno de aprendizaje y como actor.

Objetivo

Conocer en qué grado de integración se encuentran las categorías de: la complejidad, el compromiso para la transformación de las relaciones Sociedad-Naturaleza, la contextualización, y la generación de espacios de reflexión y participación democrática en una experiencia de huerto escolar llevada a cabo por una maestra de primaria.

Metodología

Hemos utilizado una metodología cualitativa de corte interpretativo, desarrollando un estudio de casos con una maestra de Educación Primaria que trabaja el huerto escolar.

Se realizó una entrevista en profundidad que previamente era estructurada, con 15 preguntas. Están directamente relacionadas con las características de un Estudio Ambientalizado de Junyent y otros (2003). Aunque se trata en principio de características de una ambientalización curricular en etapas superiores, nos parece que pueden servir de gran orientación para Educación Primaria en aspectos investigativos y de aplicación al aula, con las adaptaciones necesarias.

A la hora de analizar los resultados, se han propuesto 3 indicadores para comprobar el grado de integración de la sostenibilidad en la práctica de aula con el huerto escolar desde algunos enfoques de sostenibilidad. Para elaborarlos, han servido de referencia los trabajos de Bonil y otros (2012) y García-González y otros (2017). Son los siguientes:

1. Escaso: se trabaja nada o casi nada.
2. Intermedio: se incorpora parcialmente ese objetivo, pero no lo suficiente
3. Completo: Lo trabaja todo, o trabaja uno de los puntos clave en profundidad.

En la Tabla 1, presentamos las categorías sobre sostenibilidad trabajadas, y los objetivos planteados a la hora de analizar los resultados junto a los indicadores correspondientes.

Tabla 1. Categorías de sostenibilidad y objetivo a cumplir con los indicadores correspondientes. (Elaboración Propia)

Categoría	Objetivo deseable a comprobar si se cumple desde algunos enfoques más globales de la sostenibilidad	Resultados		
		Escasa	Intermedia	Completa
Compromiso para la transformación de las relaciones sociedad-naturaleza	Trabajar valores de cuidado con el medio y ponerlos en práctica	1	2	3
Complejidad	Utilizar el huerto para mostrar a los alumnos que todo lo que nos rodea está interrelacionado. (Alimentación, pobreza, contaminación, economía…)	1	2	3
Contextualización. Posicionamiento espacial y temporal	Relacionar el huerto con problemas, locales, globales del presente y futuro.	1	2	3
La generación de espacios de reflexión y participación democrática	Plantear a los alumnos distintos escenarios de la problemática ambiental para considerar repercusiones	1	2	3

Presentamos los resultados de las preguntas referidas a las cuatro categorías mencionadas en objetivos, basadas en las características de un Estudio Ambientalizado (Junyent y otros, 2003). El resto de categorías en las que se incluyen aspectos metodológicos se abordan en un estudio más amplio para el que se han planteado otros indicadores.

Resultados

• Con respecto a la Complejidad, para buscar si existen adaptaciones iniciales que la integren en Primaria, realizamos a la maestra la **Pregunta 1**: *¿Relacionas el huerto con, por ejemplo, la agricultura mundial, el hambre, el hiperconsumo, pesticidas y otros problemas socioambientales? Si no es así, ¿Estarías dispuesta a incluirlos?*

Respuesta: "Son alumnos muy pequeños de 7 y 8 años y la verdad es que nosotros lo relacionamos directamente con la alimentación e higiene. Bueno, aunque ahora que lo dices también con el consumo de agua"… "Nosotros no utilizamos ningún tipo de pesticidas. En septiembre cuando arranca el huerto echamos abono de vaca que me facilita mi padre y es lo único que hacemos"… "Me encantaría poder tratar todos esos temas pero el tiempo escasea y son temas complejos para los alumnos con los que lo estamos llevando a cabo".

Nos encontraríamos en el indicador 2 (intermedio) ya que no interrelaciona todo lo preguntado, pero sí algo, como por ejemplo la alimentación saludable, la no utilización de productos químicos...

• Sobre la categoría de Contextualización y relación del huerto con otros problemas tanto del presente o del futuro (**Pregunta 2**): *Con respecto a otros aspectos fuera de lo que son los alumnos, ¿Qué oportunidades te ofrece el centro, la localidad… con respecto al huerto? ¿Y qué amenazas?*

Respuesta: La maestra admitió no relacionar el huerto con otros problemas locales, globales del presente y futuro, por lo que nos encontraríamos en el indicador 1 (escasa).

• En relación con la asunción de Escenarios Alternativos presentamos la **Pregunta 3**: *¿Planteas escenarios futuros a los alumnos para que visualicen la repercusión y la importancia de trabajar en el huerto?*

Respuesta: "La verdad es que no, aunque bueno,… si se considera el motivarles a comer verduras sanas y de temporada, siempre por ejemplo el ir los miércoles al mercado, y comprar allí la fruta y verdura en vez de en los grandes hipermercados donde te encuentras de todo y durante todo el año…".

Creemos que para esta categoría nos encontraríamos ante el indicador 1 (escaso), ya que admite no integrar la sostenibilidad en apenas ningún escenario alternativo fuera del huerto.

• Si continuamos este análisis descriptivo, la siguiente categoría sería con respecto al Compromiso para la transformación de las relaciones sociedad-naturaleza, con la **Pregunta 4**: *¿Crees que con el trabajo que estás realizando en el huerto estás en compromiso con la naturaleza?*

Respuesta: "Creo que trabajar el huerto en los colegios es más complicado de lo que se cree. Son muchas cosas a tener en cuenta y mucho trabajo tanto por parte de los alumnos como por mi parte, entonces creo que aunque no sea todo lo completo que debería ser este trabajo, con el granito de arena que aportamos estamos en compromiso con la naturaleza aunque no nos quedamos ahí, porque con todo lo que aprendemos en clase, si lo llevan a cabo en casa ya están realizando un gran trabajo."

Nos encontraríamos, con todas las dificultades por los matices que conlleva analizar esta categoría, ante lo que nos parece podría ser el nivel 2 (intermedio). Se incorpora el objetivo "trabajar valores de cuidado con el medio y ponerlos en práctica" bastante, en algunas temas como alimentación, higiene y consumo de agua, sin embargo no se profundiza en aspectos como la contaminación que causa el traer los alimentos desde grandes distancias, el empaquetado de los productos, el desarrollo local, la conservación de semillas autóctonas, los huertos de su entorno…

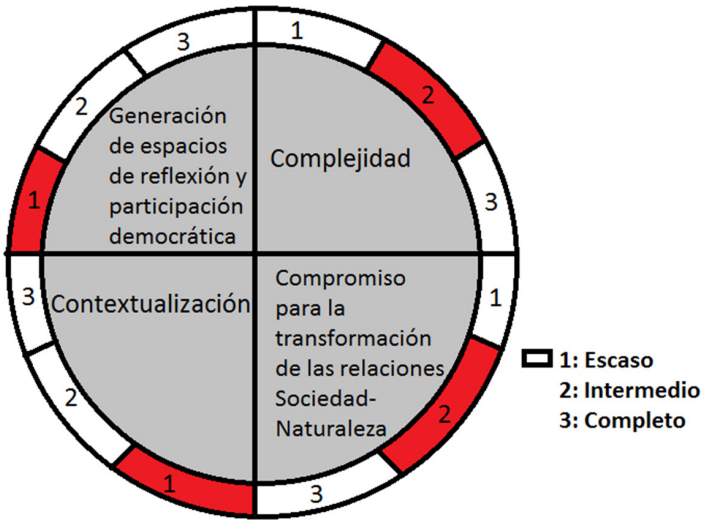


Figura1. Rueda de categorías de sostenibilidad con resultados según los indicadores alcanzados (Elaboración propia)

Entendemos que como dice la maestra son muchas cosas a tener en cuenta y mucho trabajo, y especialmente queremos destacar todo lo que sí se ha conseguido, y que aplicándolo en su hogar ese grano de arena puede ir haciendo montañas realmente con el compromiso de todos. Pero también nos parece que podemos dejar el nivel de completo para seguir con esa meta, valorando eso sí todos los pequeños pasos.

En la figura 1 vemos resumidas las categorías y los indicadores analizados.

CONCLUSIONES

Para algunos enfoques más globales sobre sostenibilidad encontramos que en el aula existe una visión sostenible con respecto a la alimentación, el agua, la higiene, la utilización de productos ecológicos para el cuidado del huerto…, pero no se vede forma más explícita la interrelación entre todas estas cuestiones y la responsabilidad del hombre en ello, por ejemplo no se tratan temas como el hiperconsumo, los pesticidas, el consumo de productos lejanos, no de temporada, el hambre, la soberanía alimentaria…, lo que se acercaría más a lo que se refiere la complejidad.

Esta experiencia nos muestra la dificultad para integrar todas las temáticas deseables en relación con la sostenibilidad. Facetas tales como plantear escenarios alternativos para ampliar el campo de visión del alumnado no son abordados. Tampoco se aborda la contextualización, el pasado, presente y futuro en relación con estas temáticas, lo que no resta para nada mérito a todo lo desarrollado, pero vemos que estos retos siguen pendientes. Quizá un tratamiento integrado de estas cuestiones en todas las materias, si somos conscientes de su importancia, podría ayudar a dejar espacios de trabajo y reflexión para estas cuestiones que no se trabajan lo suficiente. El trabajo colaborativo es cada vez más necesario para llegar a logros como estos de mayor alcance.

Por desgracia, hoy en día la falta de tiempo, la saturación y la escasa motivación de algunos maestros ante esto, hace más difícil actividades como la del huerto escolar, que requieren tiempo extraordinario en horario no lectivo. Sin embargo, destacamos el papel de la maestra con el huerto y con los alumnos, ya que aquí solo figuran resultados de algunas categorías que pensamos son quizá, precisamente, las de mayor nivel de complejidad para llevar a cabo adaptaciones en primaria.

Implicaciones de futuro

Para esta comunicación presentamos parte de los resultados más amplios que no sólo se han realizado sobre estas categorías, sino con el resto, y con dos maestros más.

El estudio debería seguir avanzando, tanto con estos maestros como con otros. En la actualidad, durante este curso, se están sumando más maestros al trabajo con el huerto escolar, también en nuestra ciudad. Tenemos el interés de seguir trabando en la progresión de estos trabajos y en la formación de maestros en esta línea. Para la investigación queremos profundizar en la línea de los indicadores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2016-77007-R (AEI/FEDER, UE) del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

Referencias bibliográficas

Barrón, A. y Muñoz, J.M. (2015). Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. *Foro de Educación*, *13(19)*, 213-239. DOI: http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.010

Bonil, J., Calafell, G., Granados, J., Junyent, M. y Tarín, R.M. (2012). Un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, *2(16)*, 146-173.

CADEP-CRUE (2012). *Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005*. Recuperado de: http://docplayer.es/16105151-Directrices-para-la-introduccion-de-la-sostenibilidad-en-el-curriculum-crue.html

Ceballos, M., Escobar, T. y Vílchez, J.E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. En ÁPICE (Comp.), *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *285-292*. Huelva: Universidad de Huelva.

Conde, M.C., Borrella, F. y Durán, G. (2009). Una experiencia de huerto escolar enmarcado en huertos de ocio intergeneracionales. *Aula de Innovación Educativa*, *183*, 44-47.

Escutia, M. (2009). *El huerto escolar ecológico*. Barcelona: Graó.

Eugenio, M. y Aragón, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *13(3)*, 667-679.

Eugenio, M., Zuazagoitia, D. y Ruiz-González, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15(1)*, 1501-1515.

García-González, E., Jiménez-Fontana, R. y Navarrete, A. (2017). Educar para la sostenibilidad desde las Ciencias Económicas. La práctica docente en el punto de mira. *Revista Iberoamericana de Educación*, *73*, 155–178.

Junyent, M., Geli, A. y Arbat, E. (2003). *Ambientalización curricular de los estudios superiores*. Girona: Universidad de Girona.

Llerena, G. y Espinet, M. (2017). *Agroecología escolar*. Barcelona: Polen.

Rekondo, M., Espinet, M. y Fitó, A. (2012). Las asambleas de huerto como herramienta para trabajar la toma de decisiones en Educación para la Sostenibilidad. En ÁPICE (Comp.), *25 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *733-739*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J. y García Díaz, J.E. (2015). El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en y para el decrecimiento. *Investigación en la escuela*, *86*, 35-48.

Análisis de la Adhesión a la Dieta Mediterránea en escolares de 10 a 12 años, de la provincia de Badajoz

Franco-Reynolds L., Cubero J., Costillo E., Vallejo J.R., Calderón M.A.

Laboratorio de Educación para la Salud. Área de Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura. Badajoz

jcubero@unex.es

Resumen:

La enseñanza de hábitos de salud en alimentación y nutrición en la población escolar constituye un factor importante en su desarrollo, y una garantía en la prevención de enfermedades como la obesidad. Por ello, al ser uno de los grupos más vulnerables en el campo de la nutrición, la elección más valiosa que pueden hacer es llevar a cabo una alimentación correcta y equilibrada. El objetivo de esta investigación, fue analizar la Adhesión a la Dieta Mediterránea (ADM), en estudiantes de 10 a 12 años de la provincia de Badajoz. Los resultados obtenidos, inciden que el valor medio del índice Kidmed fue de: 7,09 ± 2,22, necesitando mejorar su patrón alimentario el 51,49% de la muestra, existiendo diferencias significativas entre ambos género ($p<0,05$) tras el análisis U-Mann Whitney. Como conclusión final, los resultados reflejan la necesidad de intervención educativa alimentaria en escolares.

Palabras claves: Educación para la Salud; nutrición; dieta mediterránea; escolares.

Introducción

La Educación para la Salud (EpS), definida como "educar un estilo de vida saludable" (Gavidia, Rodes y Carratalá, 1993), es la herramienta más necesaria para promocionar la salud y favorecer una vida saludable, considerando para ello cuatro aspectos básico, fundamentales e imprescindibles para trabajarlos con el alumnado, como son los hábitos de nutrición y actividad física, hábitos afectivos sexuales, prevención de drogodependencia y promoción de la higiene. Así, promover estilos de vida saludable es una tarea que los profesores deberán integrar en el conjunto educativo, siendo los centros de enseñanza a través de sus profesores los que desempeñen un papel importante en la configuración de los distintos hábitos saludables y de los valores y conductas sociales deseables en una sociedad del siglo XXI (Charro-Huerga y Charro, 2017)

Los grupos de población más joven (infancia, adolescencia y temprana juventud), para desarrollar una vida lo más saludable posible, tanto personal como socialmente, deben poseer competencias en salud. Estas competencias se deben adquirir durante el periodo escolar, donde las personas son más receptivas al aprendizaje y se alcanzan los principales hábitos de vida que pueden consolidar en los años posteriores (Gavidia, 2016).

La adquisición de hábitos alimentarios constituye un factor importante en la salud, por lo que llevar a cabo una alimentación correcta y equilibrada es la elección más importante que las personas pueden hacer para influir positivamente a medio y largo plazo en su salud. En este sentido, los niños constituyen uno de los grupos más vulnerables en el campo de la nutrición, en los que la adquisición e interiorización de unos hábitos alimenticios saludables es la mejor garantía para

la prevención de las enfermedades crónicas más prevalentes en las sociedades desarrolladas actuales (Cubero, Guerra, Calderón, Luengo, Pozo y Ruiz, 2014). Por ello, la educación nutricional y la actividad física deber ser tratadas en una acción preventiva común en la etapa escolar.

Uno de los modelos dietéticos más saludables que existen es la Dieta Mediterránea (DM) (De la Montaña, Castro, Cobas, Rodríguez y Míguez 2012), ya que garantiza un aporte de calorías y nutrientes en cantidades suficientes y proporciones adecuadas a partir de unos patrones alimentarios que proporciona una dieta equilibrada y variada (Durá y Castroviejo, 2011).

La DM se caracteriza por un alto consumo de verduras y hortalizas, frutas, legumbres, frutos secos, cereales y, especialmente, aceite de oliva como principal fuente de grasa; junto con un consumo moderado de pescados, huevos y productos lácteos, bajo consumo de carnes rojas y grasas animales, y una moderada ingesta de alcohol (principalmente vino) (Durá y Castroviejo, 2011).

La Adhesión a la DM, como modelo alimentario saludable, puede cuantificarse mediante diferentes índices en los que se puntúa positivamente los alimentos y nutrientes que contribuyen beneficiosamente a proteger y preservar la salud. Uno de estos índices es el cuestionario Kidmed, que permite determinar rápida y sencillamente el grado de adhesión a la DM lo que, a su vez, permite identificar de manera inmediata poblaciones con hábitos alimentarios poco saludables y, por tanto, con riesgo de deficiencias y/o desequilibrios nutricionales (Serra-Majem et al, 2003).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es conocer el grado de Adhesión a la Dieta Mediterránea de un grupo de escolares de la provincia de Badajoz, con edades comprendidas entre los 10 y 12 años, como recurso educativo dentro de la educación para la salud.

Material y métodos

Muestra

La muestra poblacional estuvo formada por 301 escolares, 141 fueron niños (46,84%) y 160 niñas (53,16%), estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria, con edades comprendidas entre los 10 y 12 años, de la provincia de Badajoz. Los centros educativos, tanto rurales como urbanos, fueron seleccionados por conveniencia, colaborando los escolares de forma voluntaria, siempre bajo el consentimiento de sus padres o tutores legales.

Metodología

La recogida de datos se realizó a través de un cuestionario Kidmed, mencionado anteriormente, y se distribuyó entre los alumnos de 5º y 6º de Educación Primaria, durante el segundo trimestre del curso escolar 2016/2017. Se realizó en horario escolar y bajo la supervisión del tutor del curso, aprovechando los contenidos relacionados con la Nutrición y Hábitos Saludables de la asignatura de Ciencias Naturales, como son los alimentos (función, consumo...) y dieta equilibrada, la actividad física, la higiene y la limpieza y las relaciones sociales.

El cuestionario Kidmed, que mide la adherencia a la Dieta Mediterránea (DM), consta de 16 preguntas que deben responderse de forma afirmativa o negativa (si/no). Las respuestas afirmativas en las preguntas que representan un aspecto positivo en relación con la DM, son 12 y suman un punto, mientras que las respuestas que representan una connotación negativa en relación con la DM, son 4 y restan 1 punto. La puntuación total obtenida da lugar al índice Kidmed, que se clasifica en tres categorías:

a) De 0 a 3,99 ptos: dieta de muy baja calidad (adherencia baja).
b) De 4 a 7,99 ptos: necesidad de mejora en el patrón alimentario para adecuarlo al modelo mediterráneo (adherencia media).
c) Más de 8 ptos: dieta mediterránea óptima (adherencia alta).

Análisis estadístico

- Descriptivo: media ± desviación estándar
- Inferencial: mediante el paquete estadístico SPSS 15. Para el estudio del contraste entre promedios de la puntuación total del test Kidmed, se realizó prueba no paramétrica U Mann-Whitney, debido a la distribución no normal de los datos. El test Chi-Cuadrado se utilizó para contrastar la variable género con los distintos grados de ADM. Se consideró para ambas pruebas, un valor de $p<0,05$ estadísticamente significativo.

Resultados

Una vez analizados los datos mediante el análisis descriptivo de las puntuaciones directas obtenidas en el cuestionario Kidmed, estos revelaron que la valoración media de adhesión a la dieta mediterránea alcanzada por la muestra fue de 7,09 ± 2,22 (Tabla 1), lo que indica que, los escolares de la provincia de Badajoz poseen una adherencia media a la DM. Tras el análisis inferencial se observó diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) entre ambos género (6,71 ± 2,17 para los niños y 7,43 ± 2,21 para las niñas; $p= 0,006$), mediante prueba no paramétrica U Mann-Whitney.

Tabla 1: Puntuación al test Kidmed

Índice Kidmed	Total	Niños	Niñas
Puntuación total (media±DS)	7,09±2,22	6,71±2,17	7,43±2,21*
ADM			
Alta 8-12 ptos. (%)	48,50	19,93	28,57
Media 4-7,9 ptos. (%)	45,18	23,26	21,93
Baja 0-3,9 ptos. (%)	6,32	3,65	2,67

*Estadísticamente significativo $p<0,05$ para análisis U-Mann Whitney (n=301)

Aunque no se encontró, tras el análisis de Chi Cuadrado, asociación estadísticamente significativa entre los valores obtenidos en los distintos grados de ADM y el género; el porcentaje de niñas con una adherencia alta a la dieta mediterránea era significativamente superior (28,57%) al de los niños (19,93%), como se muestra en la tabla 1. En cambio, los porcentajes obtenidos en ambos géneros en la adherencia media y baja fueron muy similares y por tanto nada significativos. Sin embargo, los valores totales nos revelan que el 48,50% de los encuestados (146/301) posee una ADM alta, lo que nos indica, que algo más de la mitad de la muestra poblacional (51,50%) necesita aún enriquecer su patrón alimentario para alcanzar el grado óptimo de adherencia.

Si analizamos todos los ítems que componen el test Kidmed (Tabla 2), se pone de manifiesto de forma significativa que la utilización de aceite de oliva en casa, la ingesta de cereales y lácteos en el desayuno, la toma de una pieza de fruta o zumo natural al día, el consumo de legumbres y el de pescado 2-3 veces por semana, obtienen los porcentajes más altos de respuesta (90,67%, 83,06%, 80,40%, 78,74%, 75,42% y 73,42% respectivamente). Estos resultados junto a los porcentajes de los ítems 2 y 3, también de respuesta con connotación positiva, son los indicadores principales del total de los escolares que adquieren adherencia alta.

Tabla 2: Test Kidmed, Adherencia a la Dieta Mediterránea

Ítem	Test Kidmed	% Respuestas Total
1	Toma 1 fruta o un zumo natural todos los días	78,74
2	Toma una 2ª pieza de fruta todos los días	56,81
3	Toma verduras frescas una vez al día	68,77
4	Toma verduras frescas más de una vez al día	29,57
5	Consume pescado (por lo menos 2-3 veces a la semana)	73,42
6	Acude 1 vez o más a la semana a un centro de comida rápida	12,62
7	Le gustan las legumbres y las toma más de 1 vez a la semana	75,42
8	Toma pasta y/o arroz casi a diario (5 días o más a la semana)	37,87
9	Desayuna un cereal o derivado todos los días (pan,…)	83,06
10	Toma frutos secos (al menos 2-3 veces a la semana)	47,51
11	Se utiliza aceite de oliva en casa	97,67
12	No desayuna	0,66
13	Desayuna un lácteo (yogurt, leche,…)	80,40
14	Desayuna bollería industrial, galletas o pastelitos	38,21
15	Toma dos yogures y/o 40 g de queso cada día	44,52
16	Toma golosinas y/o caramelos varias veces al día	12,96

En cambio, el resto de ítems que no alcanzan el 50% de la muestra (4, 8, 10 y 15), junto a los de respuesta con connotación negativa como son el 14, 16, 6 y 12; es decir, consumo de bollería industrial (38,21%), tomar golosinas (12,96%), acudir a un centro de comida rápida (12,62%) y no desayunar (0,66%), nos resaltan las carencias de algunos alimentos en la dieta diaria de nuestra muestra, así como los hábitos NO saludables que deben mejorar.

Discusión

En nuestro país, existen estudios, similares al presente trabajo, que han valorado la ADM en universitarios, pero las investigaciones en estudiantes escolares son escasas, a pesar de ser la primera etapa de la vida que resulta fundamental para la creación de hábitos alimentarios. Podemos indicar que nuestra muestra de escolares de la provincia de Badajoz, alcanza un valor medio del test Kidmed de 7,09 ± 2,22 , mostrando los escolares en general una adherencia media y alta a la DM y presentando diferencias significativas ($p<0,05$) entre ambos géneros. Este valor de puntuación media no dista mucho de los estudios realizados en universitarios Gallegos (De la Montaña *et al*, 2012), con 6.35 ± 2.20 de puntuación y en escolares Valencianos (Rodrigo-Cano, Soriano y Aldas-Manzano, 2016), con 6,83 ± 2,29 puntos. Dichos datos ponen de manifiesto la necesidad de tratar de aproximar sus hábitos a los patrones mediterráneos, para poder alcanzar así una óptima adherencia.

El test Kidmed es una herramienta muy utilizada para investigaciones de esta índole, debido a la simplicidad de interpretación que tiene para el encuestador y los encuestados y para valorar la adherencia a la dieta mediterránea de las poblaciones (Palazón, Periago y Navarro-González, 2017).

De los resultados obtenidos se desprende la necesidad que tienen nuestros escolares, de una educación nutricional. Este colectivo poblacional debería conocer que la Dieta Mediterránea,

contribuye a mantener un beneficioso estado de salud y que, aunque incluye todos los alimentos, su frecuencia de consumo debe seguir las pautas indicadas en la pirámide nutricional. Cubero, Franco-Reynolds, Calderón, Caro, Rodrigo y Ruiz (2017) destacan la necesidad de llevar a cabo en el ámbito escolar y a través de la EpS, acciones de intervención en educación nutricional a un nivel curricular longitudinal además del transversal, revirtiendo en un beneficio del rendimiento académico.

Por lo tanto, potenciar en la educación nutricional de nuestro alumnado dos aspectos: hábitos y costumbres alimentarias saludables, y la ingesta adecuada de los alimentos que forman parte de la DM (con los beneficios que estos aportan), todo ello mediante intervención educativa, contribuirán a promover la evolución y mejora de los conocimientos alimenticios-nutricionales (Pozo y Cubero, 2016), y al decremento del consumo de comida rápida.

Con este fin, se trataría de avanzar en la promoción de un estilo de vida saludable a la vez que prevenir la obesidad y el sobrepeso infantil.

Bibliografía

Ávila, M., Huertas, F.J., y Tercedor, P. (2016). Programas de intervención para la promoción de hábitos alimentarios y actividad física en escolares españoles de Educación Primaria: revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria, 33*(6), 1438-1443.

Cubero, J., Franco-Reynolds, L., Calderón, M.A., Caro, B., Rodrigo, M., y Ruiz, C. (2017). El desayuno escolar; una intervención educativa en alimentación y nutrición saludable. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales 32*, 171-182.

Cubero, J., Guerra, S., Calderón, M.A., Luengo, L.M., Pozo, A., y Ruiz, C. (2014). Análisis del desayuno escolar en la provincia de Badajoz (España). *Revista Española de Nutrición Comunitaria, 20*(2), 51-56.

Charro-Huerga, E., y Charro, M.E. (2017). Formación del profesor de primaria en educación para la salud. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales 32*, 183-201.

De la Montaña, J., Castro, L., Cobas, N., Rodríguez, M., y Míguez, M. (2012). Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con el índice de masa corporal en universitarios de Galicia. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, *32*(3), 72-80.

Durá, T., y Castroviejo, A. (2011). Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria. *Nutrición Hospitalaria, 26*(3), 602-608.

Gavidia, V. (2016). El proyecto Comsal. En V. Gavidia. (Ed.), Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la Escuela (pp. 3-18). Valencia, España: Tirant Humanidades.

Gavidia, V., Rodes, M., y Carratalá, A. (1993). La Educación para la Salud: una propuesta fundamentada desde el campo de la docencia. *Enseñanza de las Ciencias, 11*(3), 289-296.

Palazón Guillamón, M., Periago, Mª.J., y Navarro-González, I. (2017). Valoración de la efectividad de la educación alimentaria en niños de primaria: estudio piloto. *Revista Española de Nutrición Comunitaria, 23*(2).

Pozo, A., y Cubero, J. (2016). Propuesta educativa en alimentación y nutrición para la evolución de los conocimientos previos de los estudiantes de Biología de una institución penal español. *Revista de Educación en Biología, 19*(2), 42-56.

Rodrigo-Cano, S., Soriano, J.M., y Aldas-Manzano, J. (2016). Valoración de la efectividad de la educación alimentaria en niños de preescolar, padres y educadores. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. 20*(1), 32-39.

Serra-Majem, Ll., Ribas, L., Garcia, A., Perez-Rodriguez, C., y Aranceta, J. (2003). Nutrient adequacy and Mediterranean diet in Spanish school children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition. 57*(1), S35-S39.

Análisis de los primeros auxilios en el marco educativo de la provincia de Granada. Resultados preliminares

María del Carmen Romero López y Sergio David Barón López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

romero@ugr.es

Resumen:

En la escuela, un conocimiento básico y comprensión de los primeros auxilios puede ser invaluable tanto para los profesores como para los estudiantes, ya que el rol del docente es prevenir, atender y actuar en caso de emergencia, tanto en un caso psicológico cómo físico. Ante situaciones de hemorragias y heridas, algo más de la mitad de los maestros encuestados realizarían acciones beneficiosas para los alumnos. No obstante, su nivel de confianza ante sus decisiones es bajo. Es especialmente llamativo que la mayoría desconocen cómo actuar frente a alumnos con síntomas de diabetes, a pesar de la alta incidencia que existe entre niños. Se hace patente la necesidad de mejorar los conocimientos sobre primeros auxilios que tiene el profesorado de la provincia de Granada.

Palabras clave: primeros auxilios; lesiones; educación primaria

Introducción

La preservación de la salud es especialmente importante en niños debido a que son susceptibles de sufrir accidentes de una manera frecuente. En 2014 se registró que el 57,2% de los accidentes en la población infantil española se producen fuera de casa (escuela, parque, jardín, vía pública, etc.). Estos accidentes son más frecuentes cuanto mayor es la edad del niño siendo los más relevantes las caídas, los golpes y las quemaduras (Mapfre, Accidentes de la población infantil española, 2014). Según Sonmez (2014), los accidentes en el hogar son importantes en los primeros cuatro años, mientras que los accidentes escolares son predominantes después de los cuatro años de edad. Los niños pasan una proporción significativa de su día en la escuela, por lo que las situaciones de emergencias pediátricas tales como crisis de comportamiento y lesiones accidentales son probables que ocurran (Olympia, 2015). A este respecto, en el año 2008, se registró un índice de accidentes escolares de un 32,1 % en alumnos de edades comprendidas entre 10-12 años, siendo los accidentes más comunes las caídas (28,3%), los golpes (22,8%), los cortes (20,2%) y las quemaduras (15,1%) (Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía). Es por esto que las circunstancias que requieren atención médica son comunes en las escuelas, y los maestros son a menudo las primeras personas que pueden ayudar al niño y llevar a la práctica los primeros auxilios (Nithin, 2014; Sonmez, 2014).

La formación en primeros auxilios es fundamental para toda aquella persona que pueda verse implicada en situaciones que requieran una actuación basada en dichos conocimientos (Martin, 2015). Una primera y rápida actuación puede minimizar las posibles secuelas y disminuir los factores de riesgo (Javier Pérez Soriano, auditor de sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales). En la escuela, un conocimiento básico y comprensión de los primeros auxilios puede ser invaluable tanto para los profesores como para los estudiantes, ya que el rol del docente

es prevenir, atender y actuar en caso de emergencia, tanto en un caso psicológico cómo físico (Celik, 2011). Nuevamente se destaca así la estrecha línea entre las funciones del docente y la promoción de la salud, así como la responsabilidad civil frente un accidente escolar(Javier Pérez Soriano, auditor de sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales).

También ha habido cambios significativos en la formación de alumnos. Se ha demostrado en varios estudios la eficacia de enseñar a los niños de 4 y 5 años primeros auxilios básicos. En el estudio de Bollig (2011), el personal médico enseñaba a niños de infantil bajo unos escenarios en los que se les evaluaba según sus actuaciones: Llamar a emergencias, dar la suficiente información del accidente y actuar para ayudar al herido. De igual forma, en el trabajo de Breckwoldt (2007), el personal médico hacía grupos de distintas edades y se les enseñaba primeros auxilios.

Tal y como se ha mostrado anteriormente, dada la importancia que tiene en la actualidad un buen conocimiento sobre primeros auxilios en la escuela, se considera necesario analizar los conocimientos, interés y grado de seguridad que muestran los maestros de primaria e infantil a la hora de aplicar sus conocimientos sobre primeros auxilios.

Metodología

Instrumento

Para valorar los conocimientos sobre primeros auxilios se ha utilizado el cuestionario validado usado por Abraldes y Ortín (2008) (Anexo 1), basado en los accidentes más comunes en centros educativos e intervenciones de los profesores en los mismos. La encuesta propuesta por estos autores se encuentra distribuida en cuatro bloques principales que han sido introducidos en el cuestionario usado para la presente investigación: Reanimación cardiopulmonar (RCP) (Preguntas 16, 20, 24, 28, 32,35 y 38); Traumatismos y contusiones (Preguntas 18,22, 26, 30,34, 39 y 41); Heridas y hemorragias (Preguntas 17, 21, 25, 29, 33,36 y 37); y Otros conocimientos en formación de primeros auxilios (Preguntas 19, 23, 27,31, 40, 42, 43 y 44). En todos estos bloques se incluyen tanto preguntas sobre conocimientos de primeros auxilios (preguntas con respuesta múltiple) como preguntas sobre el grado de confianza que mostraban los maestros en sus respuestas (preguntas con escala Likert). Además de los bloques anteriores, para este estudio se ha introducido un bloque adicional para poder disponer de datos personales tales como la edad y la trayectoria profesional del encuestado (preguntas 1, 2, 3, 4, 5 y 6) y datos relativos a su percepción sobre grado de importancia de tener conocimientos de primeros auxilios para el desarrollo de su actividad docente (preguntas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15). En resumen, la presente encuesta contiene un total de 44 preguntas cerradas distribuidas en 5 bloques cuyas preguntas, al igual que la realizada por Abraldes y Ortín (2008), son de opción múltiple o de escala de tipo Likert.

A pesar de que las preguntas pueden separarse en los cinco bloques antes mencionados, su disposición dentro de la encuesta es aleatoria para no incidir en un único contenido. Con esta estrategia se busca evitar, en la medida de lo posible, que las respuestas estén condicionadas por las preguntas precedentes sobre un mismo contenido.

Participantes

Las encuestas se han pasado a maestros y maestras de educación Infantil y Primaria con edades comprendidas entre los 25-60 años y que imparten sus clases en distintos colegios de la provincia de Granada. Para la presente investigación se pretende tener una visión global de la provincia, por lo que se han seleccionado centros pertenecientes a la capital y a otras localidades de la provincia, de manera que se dispongan datos tanto del área metropolitana como de fuera de ella. En la Tabla 1 se muestran los centros y las localidades a las que pertenecen.

Tabla 1: Información sobre los colegios incluidos en el estudio

LOCALIDAD	COLEGIO	TIPO	ÁREA
Granada	Colegio Sagrado Corazón de Jesús (Concertado)	Concertado	Metropolitana
	Colegio Compañía de María (Concertado)		
	Colegio Cristo de la Yedra (Concertado)		
	Colegio San José (Concertado)		
	Colegio Privado Granada College	Privado	
Albolote	C.E.I.P. Tínar	Público	Metropolitana
Calicasas	C.E.I.P. Nuestra Señora del Rosario	Público	Rural
Motril	C.E.I.P. Antonio Garvayo Dinelli		
Padúl	Colegio Público San Sebastián		
Padúl	C.E.I.P El Olivarillo		
Moraleda Zafayona	C.P.R Ruiz Carvajal		

Recogida de datos

Una vez obtenido el consentimiento del equipo directivo del centro, las encuestas le fueron entregadas personalmente y fue el encargado de finalmente repartirlas entre los profesores. Semanalmente se asistía al centro para recoger las encuestas completadas.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos en la encuesta se ha seguido la metodología usada por Abraldes y Ortín (2008), pudiéndose obtener una puntuación máxima de 54 puntos según dos criterios: valor de la respuesta seleccionada y puntuación media contando el grado de confianza.

Para la valoración de las respuestas se establecen varias opciones: óptima (2 puntos), correcta (1 punto), neutra (0 puntos) y negativa (-1 punto). La respuesta óptima es aquella actuación por parte del profesor en el auxiliado que sería la mejor que podría realizar en caso de accidente. La respuesta correcta, no llegando a ser la óptima, también es beneficiosa para el auxiliado. La respuesta neutra es cuando el auxiliador no aporta ningún beneficio ni perjuicio para el auxiliado. Finalmente, la respuesta negativa es aquella actuación que sería perjudicial para el auxiliado, y que en caso de realizarse podría agravar o empeorar el estado de la víctima.

En las preguntas del cuestionario en las que se utilizó la escala Likert para indicar el grado de confianza con el que contestaba el profesorado, se valoraron del 1 al 5, siendo 1 muy poca confianza y 5 total confianza.

Resultados y discusión

Por cuestiones de espacio, el presente trabajo se centrará en el bloque de heridas y hemorragias y otras actuaciones diversas (15 preguntas).

Se han recogido 50 encuestas de las 100 entregadas, 15 de hombres y 35 de mujeres con edades comprendidas entre 25 y 60 años y con más de 10 años de actividad en su mayoría (Figura 1).

En relación con el tipo de emergencia y con qué frecuencia puede ocurrir dichas en clase, el profesorado ha comentado que la emergencia que con más frecuencia sucede son los golpes (31,5%), seguido de las caídas (26,10%) las asfixias (16,8%) y los cortes (16,06%), datos que concuerdan con otros estudios (Fundación MAPFRE, 2014; Junta Andalucía, 2008). Hay que tener

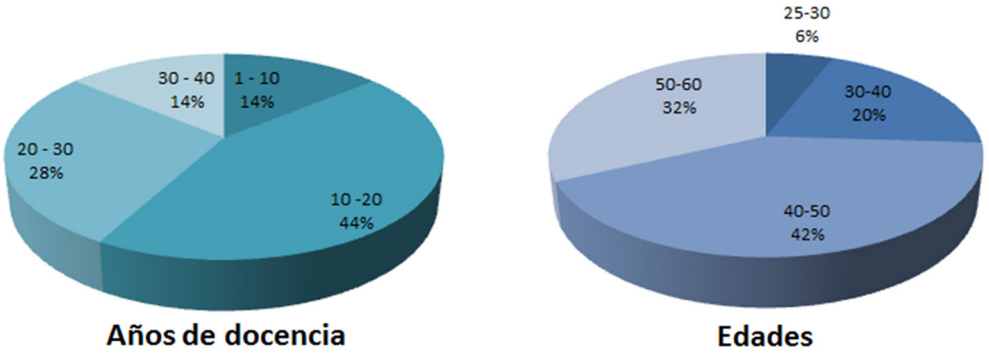


Figura 1. Edades y años de docencia de los docentes encuestados

en cuenta que tan solo 11 maestros de 50 son de Educación Física (E.F.) por lo que los accidentes indicados no corresponden únicamente a la realización de actividades deportivas. También destacar que, entre los docentes encuestados, algo menos de la mitad (48%) realizó en algún momento un curso de primeros auxilios, y de éstos, la mayoría se formaron hace más de 6 años.

De las 15 preguntas sobre heridas, hemorragias y otras situaciones, sólo tres han sido respondidas de forma correcta por algo más de la mitad de los encuestados, todas relacionadas con cómo actuar ante heridas y sangrados (Fig. 2). No obstante, la media del grado de confianza que indican es bajo (2'218). En el estudio de Abraldes y Ortín, (2008) ocurre igual, probablemente se deba a que son las situaciones más cotidianas que puede darse en centros escolares. Es llamativo que ocho docentes indicaron tener poco conocimiento sobre la primera actuación ante una herida profunda, cuando las heridas son el 12,8% de las consecuencias de un accidente (Junta de Andalucía, 2008).

Para la pregunta 19 sobre los calambres por calor, la respuesta más seleccionada fue la perjudicial para el niño. Los calambres por calor son causados por la deshidratación, ya que hay menos resistencia muscular (Vargas, 1996) por lo tanto es bastante frecuente que sucedan en las clases de Educación Física (E. F). La media del grado de confianza ronda así entre los 2.437, rozando la media, por lo que los docentes estaban seguros de su respuesta, a pesar de perjudicar.

Ante una insolación, solo el 31,2% de los encuestados han escogido la única repuesta que ayudaría al alumno herido, siendo también el grupo de docentes que obtienen mayor grado de confianza en dicha respuesta (2,871). Llama la atención que a pesar de ser Granada una ciudad con altas temperaturas durante los últimos y primeros meses escolares, no sea una de las situaciones con las que estén más familiarizados los maestros puesto que no son situaciones extrañas ni de las que requieran medidas complejas.

Ante una emergencia diabética, sólo el 42,2% de los encuestados realizarían una actuación adecuada para el alumno. Sin embargo, el grado de confianza en sus respuestas es bastante bajo (1,983). Destaca que 5 profesores encuestados no respondieron a pesar de que la alta incidencia de diabetes de tipo 1 en niños españoles (Federación de Diabéticos Españoles, 2010). Insistimos en que tener conocimientos sobre Primeros Auxilios no consiste en sustituir a un facultativo ni exigir por supuesto los mismos conocimientos, consiste en saber tomar decisiones rápidas para evitar consecuencias nefastas agilizando el tiempo de actuación y por tanto facilitando el bienestar del accidentado. Ante cómo actuar frente a un alumno inconsciente, el 85,4% realizaría una actuación que ayudaría al alumno con un grado medio de confianza de 2,5. Ante asfixias (pregunta 42) la acción más acertada ha sido la más seleccionada (el 64% de los encuestados). Llama la atención que los que contestaron la opción que perjudicaría al niño, al igual que el caso anterior, dos están bastante seguros de haber escogido una buena respuesta. Las asfixias

rondan el 31 % entre los accidentes entre niños de 10 a 12 años, siendo más relevantes en las épocas de infantil (Consejería de Empleo, Accidentes infantiles, 2008). Aunque la media global ronda un 2,375. En cuanto a la pregunta 43, se ha revelado que uno de cada cinco niños sufre algún tipo de traumatismo dentario durante su etapa escolar. El grupo de edad más afectado es el de 12-14 años, seguido del grupo de 5-11 años (León Valle et al; 2012). En dicha pregunta, solo el 23,4% de los encuestados supieron cuál sería la actuación más correcta a seguir, seguido de un 40,4% cuya actuación sería perjudicial para el alumno. Hay que destacar que, en esta pregunta, el índice de grado de confianza es de 1,90, siendo, de entre todo el cuestionario, la pregunta a la que la gente ha estado menos confiado de contestar y que tres de los encuestados dejaron dicha pregunta en blanco. Finalmente, ante una crisis convulsiva (pregunta 44), la respuesta más escogida es la acertada algo positivo dada la incidencia de epilepsia en niños de entre 6 y 14 años (Ramos-Lizana, Aguirre-Rodríguez, Aguilera-López, Casinello-García, 2010). Por lo que, si los casos de epilepsia son frecuentes en España, se ha de saber cómo tratar si alguno de estos niños sufre algún tipo de crisis convulsiva. Finalmente, la media de grado de confianza es de un 2 destacando que los docentes desconocen los conocimientos y actuaciones sobre primeros auxilios (PA) para tratar una emergencia así.

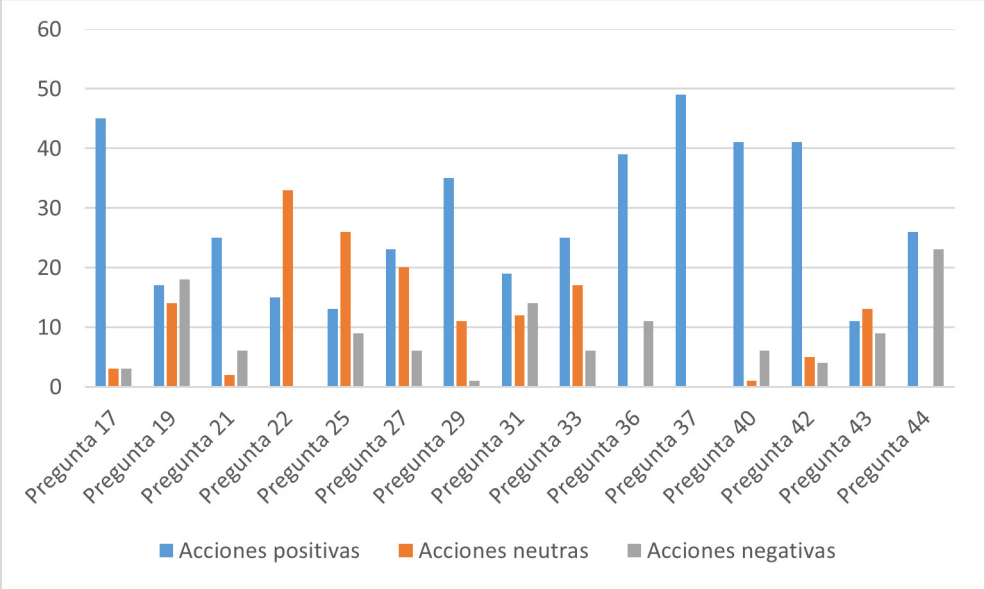


Figura 2. Tipos de acciones frente a diversas circunstancias de primeros auxilios.

Conclusiones

El tamaño de la muestra recogida, no nos permite obtener un estudio estadístico de todo el colectivo de los docentes en Granada, ni tampoco dar una visión amplia de toda la población, aun así en dicho estudio se ha observado que es necesario aumentar los conocimientos de primeros auxilios entre el profesorado, especialmente frente a la sintomatología de la diabetes. Cómo actuar frente a hemorragias, heridas, traumatismos, forma parte del tercer objetivo general de las Ciencias de la Naturaleza, en el que el estudiante debe conocer cómo evitar y actuar frente a accidentes. Por ello, es esencial que también el profesorado sea consciente de sus conocimientos. En total, un 48% de los encuestados había realizado un curso de primeros auxilios entre los años 2002 y 2016. Calculando sus puntuaciones, se ha demostrado que el índice más alto ha sido en aquellos que realizaron los cursos en 2015, pero solo con un 26,20%. Lo que demuestra que no solo no vale con haber realizado un curso de P.A en algún momento, sino que dichos conocimientos hay que renovarlos.

Bibliografía

Abraldes, J. A., y Ortín, A. (2008). La formación del profesorado de Educación Física en Primeros Auxilios. *Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física*.

Alba Martín, R. (2015). Educación para la salud en primeros auxilios dirigida al personal docente del ámbito escolar. Enfermería universitaria, 12(2), 88-92.

Başer, M., Çoban, S., Taşci, S., Sungur, G., y Bayat, M. (2007). Evaluating first-aid knowledge and attitudes of a sample of Turkish primary school teachers. *Journal of Emergency Nursing*, *33*(5), 428-432.

Bollig, G., Myklebust, A. G., & Østringen, K. (2011). Effects of first aid training in the kindergarten-a pilot study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine,* 19(1), 13.

Breckwoldt, J., Beetz, D., Schnitzer, L., Waskow, C., Arntz, H. R., & Weimann, J. (2007). Medical students teaching basic life support to school children as a required element of medical education: a randomised controlled study comparing three different approaches to fifth year medical training in emergency medicine. *Resuscitation*, 74(1), 158-165.

Celik, S. (2013). A media comparison study on first aid instruction. *Health Education Journal*, *72*(1), 95-101.

Council of school health (2008). Medical Emergencies occurring at school

Eze, C. N., Ebuehi, O. M., Brigo, F., Otte, W. M., & Igwe, S. C. (2015). Effect of health education on trainee teachers' knowledge, attitudes, and first aid management of epilepsy: An interventional study. *Seizure*, *33*, 46-53.

Fundación Mapfre. (2014). *Accidentes en la población infantil española.* Madrid

Olympia, R. P., Wan, E., & Avner, J. R. (2005). The preparedness of schools to respond to emergencies in children: a national survey of school nurses. *Pediatrics*, *116*(6), e738-e745.

Pacheco Arajol, L., & José García Tirado, J. (2010). Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunts Medicina de l" Esport (Castellano)*, *45*(166), 109-125.

Ramos-Lizana, J., Aguirre-Rodríguez, J., Aguilera-López, P., & Cassinello-García, E. (2010). Recurrence risk after with drawal of antiepileptic drugs in children with epilepsy: a prospective study. *European journal of paediatric neurology*, 14(2), 116-124.

Sönmez, Y., Uskun, E., & Pehlivan, A. (2014). Knowledge levels of pre-school teachers related with basic first-aid practices, Isparta sample. *Turkish Archives of Pediatrics / Türk Pediatri Arşivi*, 49(3), 238.

Vargas, L. F. A. (1996). Hidratación para la actividad física.

Estados de agregación de la materia: sólido, líquido, gaseoso y... polvo. Errores conceptuales en los libros de texto de Educación Primaria

Mario Branca[1], Vittorio Pilosu[2], Viviana Sale[3], José Luis Bravo Galán[4], José María Marcos Merino[4] y Rocío Esteban Gallego[4]

[1]Palestre delle Scienze, Sassari. [2]Istituto d'Istruzione Superiore" M. Paglietti", Liceo Europa Unita, Porto Torres. [3]I.C.2, Scuola Primaria "monte Angellu", Porto Torres. [4]Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

rocioesteban@unex.es

Resumen:

En esta comunicación se analiza cómo se muestran los estados de agregación de la materia en 68 libros de texto de Educación Primaria (42 utilizados en Italia y 26 en España). El estudio de la descripción de los estados de agregación de la materia, tanto a nivel macroscópico como microscópico, revela que, en algunos casos, las representaciones del estado líquido pueden contribuir a la formación de ideas alternativas respecto a este estado. Se muestran los errores conceptuales encontrados en algunos de estos libros de texto y se analizan las implicaciones que esto conlleva.

Palabras clave: Errores conceptuales; Libros de texto; Estados de agregación; Educación Primaria

Introducción

Los errores conceptuales (*misconceptions* en inglés) son construcciones personales con las que el sujeto explica la realidad que conoce de un modo coherente con las experiencias que ha vivido, y que no coincide con la explicación aceptada por la comunidad científica. Son comunes en estudiantes de diferentes niveles educativos, género, cultura o nivel socio-económico. Estos errores conceptuales son muy resistentes al cambio y no se modifican fácilmente con estrategias de enseñanza convencionales (Carrascosa, 2005).

Algunos de los errores conceptuales se originan en la experiencia personal y social de los alumnos, dentro de la cual influyen, entre otros factores, el lenguaje cotidiano y los medios de comunicación. Otros, sin embargo, tienen su origen en una enseñanza inadecuada, influida por los propios errores conceptuales que tienen los docentes y por los presentes en los libros de texto (Carrascosa, 2005). Por tanto, los errores conceptuales pueden surgir en la enseñanza reglada, sobre todo los referentes a conceptos científicos complejos, en los que los docentes de Educación Primaria tienen formación superficial (Barke, Hazari y Yitbarek, 2009). En estos casos, el docente se limita al libro de texto adoptado, al que asigna un valor de absoluta autoridad. Son numerosas las investigaciones que han comprobado que los libros de texto contienen errores conceptuales sobre distintos conceptos científicos (Owens, 2003; Kajander y Lovric, 2009; King, 2010). Si el maestro no tiene la formación científica suficiente para detectar dichos errores, los asimilará como válidos y los transmitirá al alumnado (Trundle, Atwood y Christopher, 2002; Kikas, 2004). Es importante evitar la transmisión de conceptos científicos incorrectos en esta etapa, en la cual

se inicia la instrucción científica de los alumnos, ya que los conceptos erróneos que adquieren en los primeros años de escolarización son muy difíciles de eliminar, debido a que crean una huella de conocimiento incorrecto que es utilizado durante el resto de la vida.

Los estados de agregación de la materia y los cambios de estado son temas incluidos en los currículos de Educación Primaria de Italia y España. La legislación italiana incluye el tratamiento de "fenómenos físicos y químicos que incluyen la observación de los diferentes estados de la materia y su transformación" (Repubblica Italiana, DPR 12 febbraio 1985, n.104). Respecto a España, dentro del Bloque "Materia y Energía" de Ciencias Naturales se incluyen los estándares de aprendizaje "Observa, identifica, describe y clasifica algunos materiales por sus propiedades (dureza, solubilidad, estado de agregación, conductividad térmica…)" y "Conoce las leyes básicas que rigen el cambio de estado…"(Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España, 2014).

Las características, a nivel de organización de las partículas, de los estados de agregación de la materia son conceptos importantes para la comprensión de algunas propiedades y de sus transformaciones. Y también es un concepto sobre el cual hay descritos errores conceptuales en la bibliografía (Adbo y Taber, 2009). En este trabajo se analiza la presencia de dichos errores conceptuales en libros de texto de Educación Primaria.

Objetivos

Evaluar la forma en la que los libros de texto de Educación Primaria, de los sistemas educativos de Italia y España, abordan los estados de agregación de la materia, tanto a nivel macroscópico como a nivel de partículas, y discutir cómo esto puede contribuir a fomentar errores conceptuales sobre los estados de agregación y los cambios de estado.

Metodología

Muestra

Se han analizado un total de 68 libros de texto de Educación Primaria, de los cuales:

- 42 libros pertenecen a tres, de los cinco cursos (alumnos de 7 a 9 años) del sistema educativo italiano. Son de la asignatura Matemática, Ciencia y Tecnología
- 26 libros pertenecen a los seis cursos (alumnos de 6 a 12 años) del sistema educativo español. Son de la asignatura Ciencias Naturales

Procedimiento

En Italia, el grupo de expertos "Entrenadores de las disciplinas científicas", que acompaña a los maestros de las materias científicas dentro del proyecto de formación denominado *Verticalizzazione* (Branca, Esteban, Pilosu, Sale y Soletta, 2016), examinaron cómo los libros de texto, que utilizan los maestros implicados en este proyecto, tratan los estados de agregación de la materia y los cambios de estado.

Los libros de texto pertenecientes al sistema educativo español fueron analizados por tres profesores universitarios (Universidad de Extremadura), licenciados en Química y Biología y con amplia experiencia docente e investigadora en Didáctica de la Ciencias Experimentales.

Para realizar este estudio se analizó en cada libro de texto:

- Nivel al que se trabajan el concepto de estado de agregación y de cambio de estado
- Nivel al que se estudian las propiedades de los tres estados de agregación (macroscópico o a nivel de partícula)
- Descripción que se hace de los tres estados de agregación
- Ilustraciones utilizadas para representar los estados de agregación

Resultados y discusión

El resultado de la revisión de los 26 libros de Educación Primaria del sistema educativo español indica que:

- Ninguno de los libros de texto de primer curso consultados trata los estados de agregación de la materia ni los cambios de estado
- Los libros de texto de segundo a sexto curso tratan estos conceptos, siempre lo hacen desde un punto de vista macroscópico (Figura 1), con el uso de imágenes sencillas en las que, en la mayoría de los casos se utiliza el agua (hielo, líquida y vapor) como ejemplo de los tres estados, y de sus transformaciones (fusión y evaporación) para indicar los cambios de estados de agregación. En ninguno de los libros analizados se encontró alguna referencia a las características de estos estados basada en la organización de las partículas que los forman.

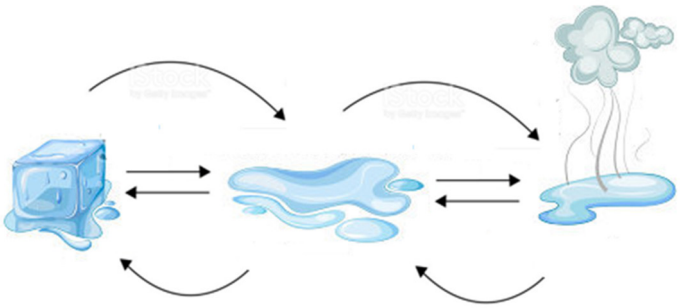


Figura 1. Representación de los cambios de estado de agregación de la materia desde un punto de vista macroscópico

Los libros que tratan el tema desde el punto de vista macroscópico no ofrecen ningún modelo teórico, el alumno aprende algo que sucede, pero no sabe por qué ocurre. Y los dibujos o fotografías que se utilizan en estos libros para representar el estado gaseoso, normalmente mediante el dibujo de una nube (Figura 1), inducen a perpetuar dos errores conceptuales: el estado gaseoso es visible, cuando realmente es incoloro, y las nubes están formadas por vapor de agua, cuando son fundamentalmente agua estado líquido y sólido. La necesidad de representar el estado gaseoso obliga a dibujar algo invisible, por lo que el maestro debe ser consciente de los errores que puede generar esta representación e informar al alumnado de los mismos.

Los resultados del análisis de los libros del sistema educativo italiano revelaron que el tema objeto de estudio no se aborda ni en primer ni en quinto curso de Educación Primaria. Y de los 42 libros analizados de segundo, tercer y cuarto curso de Educación Primaria:

- 14 libros de texto (7 de segundo curso, 6 de tercer curso y 1 de cuarto curso) –el 33 % de los libros analizados– describen los estados de agregación de la materia y los cambios de estado desde un punto de vista macroscópico, y/o muestran representaciones equivalentes a la figura 1, de manera parecida a lo que ocurre en los libros de texto de España
- Sin embargo, y a diferencia de lo encontrado en todas las editoriales españolas, 28 libros texto (6 de tercer curso y 22 de cuarto curso) –el 67 % de los libros analizados– describen las transiciones de estado usando dibujos que representan la estructura, a nivel de partículas, de la materia. Estas partículas están representadas por bolas y, en general, se representan las fuerzas de interacción

En 6 de estos libros (2 de tercer curso y 4 de cuarto curso) –14 % de los libros analizados– se hace una descripción, en el texto, de las características macroscópicas de los tres estados de agrega-

ción de forma correcta. Además, las ilustraciones utilizadas muestran correctamente que la fase líquida tiene aproximadamente la misma densidad que la sólida, aunque no establecen esta relación entre la densidad y las características microscópicas. Las partículas en el estado sólido se muestran en orden mientras que en el líquido se muestran en desorden, pero igualmente muy juntas (Figura 2).

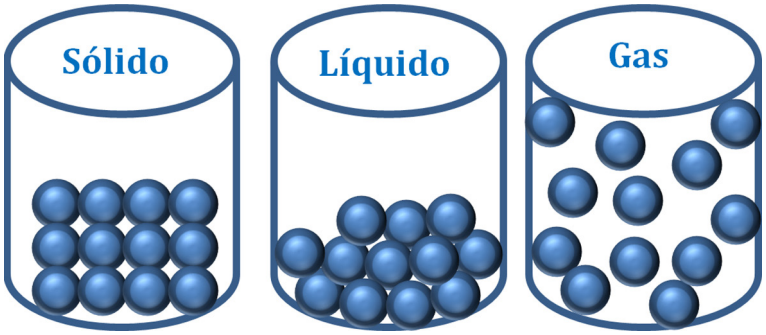


Figura 2. Representación correcta de los estados de agregación de la materia

En los 22 libros restantes (4 de tercer curso y 18 de cuarto curso) –el 53 % de los libros analizados– aunque en el texto explican correctamente las características macroscópicas de los tres estados, en las representaciones a nivel de partículas, las partículas del líquido se muestran separadas a una distancia apreciablemente mayor que en el sólido, llegando a ser esta distancia intermedia entre la que se dibuja para sólidos y gases. Esta representación implica que la densidad del estado líquido también es intermedia entre la del sólido y la del gas (Figura 3).

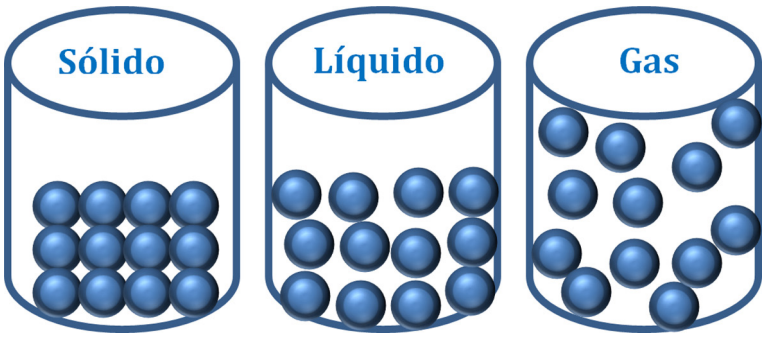


Figura 3. Representación incorrecta de los estados de agregación de la materia

La representación de la figura 3, presente en la mitad de los libros italianos analizados, podría inducir en los alumnos el error conceptual de que el estado líquido, desde el punto de vista de las partículas que lo componen, es un estado intermedio entre el sólido y el gaseoso; error conceptual que ya ha sido descrito por Adbo y Taber (2009). Esto puede llevar al alumno a pensar que las diferentes propiedades físicas que presentan el estado sólido y el líquido se deben al espacio que existe entre partículas, y no a la menor fortaleza de las interacciones que se establecen entre las partículas del líquido. Esta mayor libertad de movimiento es la responsable de algunas propiedades del estado líquido, como su capacidad de fluir o de adoptar la forma del recipiente que los contiene.

Considerando la relación masa-volumen que se observa en la representación de los tres estados de agregación (Figura 3) es fácil pensar que la densidad de los líquidos debe ser intermedia entre

la de sólidos y gases, cuando en general, la densidad de los gases es del orden de 1000 veces inferior a la de sólidos y líquidos, siendo la de estos dos estados muy parecida entre sí. Para una determinada sustancia, la densidad del estado líquido es prácticamente la misma que la del sólido, normalmente un poco menor. Excepto en pocos casos, como por ejemplo el agua, sustancia que, por otro lado, es la que la mayoría de los libros de texto suelen elegir para ilustrar los estados de agregación y los cambios de estos. Según esta representación, que aparece en el 50% de la muestra de libros de Italia, el agua líquida tendría menor densidad que el hielo. Este hecho implica que el maestro no podría explicar a sus alumnos por qué el hielo flota en el agua líquida.

El análisis de los libros también mostró que el libro de ejercicios de la editorial Giunti Scuola (2009-2014), para tercer curso, propone un ejercicio en el cual los alumnos deben clasificar diferentes materiales en 4 posibles estados de la materia (Figura 4): sólido, líquido, gaseoso y polvo (https://www.nextquotidiano.it/il-libro-di-scienze-che-ci-spiega-lo-stato-sabbia/).

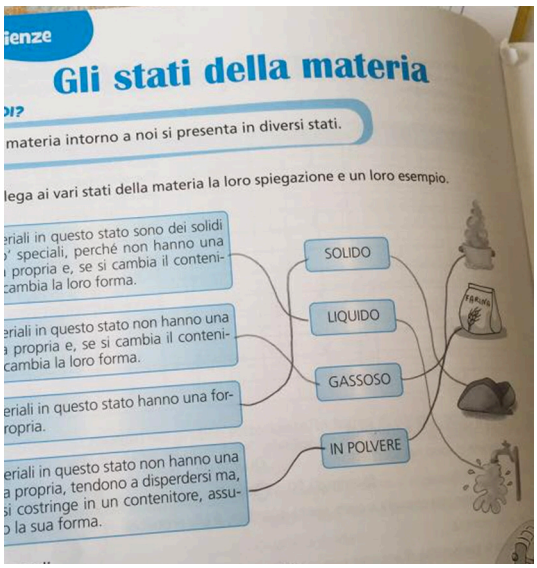


Figura 4. Ejercicio propuesto para trabajar los estados de la materia

En general, la formación científica que alcanzan los maestros durante su formación no les permite cuestionar la información presente en los libros de texto de Educación Primaria, por lo que otorgan a estos libros total credibilidad, y los implementan sin ser conscientes de los errores conceptuales que en ellos aparecen (Barke *et al*., 2009). Esta circunstancia contribuye a la perpetuación de los errores conceptuales (Trundle *et al*., 2002; Kikas, 2004). Los maestros que encuentran el ejercicio de la figura 4 en su libro pueden pensar que el "polvo" es otro estado de la materia, puesto que aunque es un sólido, se adapta a la forma del recipiente que lo contiene, teniendo características intermedias entre un sólido y un líquido.

Del análisis de los libros de texto, y del uso que los maestros hacen de ellos, se podría deducir que, en general, los maestros no tienen la formación científica suficiente para realizar un análisis crítico de los contenidos científicos y de la forma de presentar estos a los alumnos de Educación Primaria. Hecho especialmente relevante puesto que en muchos centros educativos el maestro es el encargado de decidir qué libro de texto se utiliza. La elección de un buen libro de texto es, por lo tanto, esencial para el logro del éxito formativo del alumno. En el proyecto *Verticalizzazione* (Branca *et al*., 2016), un grupo de expertos ayuda a los maestros a examinar críticamente el libro de texto que ha sido seleccionado por la escuela, con el fin de evitar la dispersión de los errores conceptuales.

Conclusiones

Todos los libros de texto analizados, de segundo a sexto curso de Educación Primaria del sistema educativo español, y el 33 % de los libros del sistema educativo italiano tratan los cambios de estado de la materia desde el punto de vista macroscópico, sin ofrecer un modelo teórico que permita comprender qué sucede en dichos cambios. Además utilizan representaciones de los tres estados de la materia que pueden generar dos errores conceptuales: el estado gaseoso es visible y las nubes son vapor de agua.

En el sistema educativo italiano el 67 % de los libros analizados (todos de tercer y cuarto curso de Educación Primaria) describen las transiciones de estado usando dibujos que representan la estructura particulada de la materia. El 14 % representan correctamente el estado líquido con, aproximadamente, la misma densidad que el sólido, aunque no establecen esta relación entre la densidad y las características microscópicas. Y el 53 % representan las partículas la fase líquida con una distancia intermedia entre la que se dibuja para sólidos y gases, representación que puede inducir a pensar que la densidad del estado líquido también es intermedia entre la del sólido y la del gas

Bibliografía

Adbo, K., & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.

Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Acid–base reactions. In Misconceptions in chemistry*. Berlin: Springer.

Branca, M., Esteban, R., Pilosu, V., Sale, V., & Soletta, I. (2016). Entrenadores de las disciplinas cientificas. En *Actas de los 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales "Tendiendo puentes entre España y Portugal"* (pp. 1071-1079). Badajoz: APICE.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.

Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

Kajander, A., & Lovric, M. (2009). Mathematics textbooks and their potential role in supporting misconceptions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 173-181.

Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 432–448.

King, C. J. H. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601.

Owens, C. V. (2003). Nonsense, Sense and Science: Misconceptions and Illustrated Trade Books. *Journal of Children's Literature*, 29(1), 55-62.

Presidencia de la Republica de Italia (1985). Decreto presidenziale del 12 febbraio 1985, numero 104.

Trundle, K., Atwood, R., & Christopher, J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633–658.

¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias?

Carolina Martín-Gámez, Mª Carmen Acebal y Carmen Cansino

Departamento de Didáctica de la Matemática, las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

cmartin@uma.es

Resumen

La educación científica debe adoptar un enfoque de enseñanza que sea a su vez interdisciplinar y social-formativo desde una perspectiva de género. Este hecho exige que se dé formación inicial al futuro profesorado en este sentido. En el trabajo que aquí se presenta, y como paso inicial para el diseño de una intervención didáctica, se ha indagado sobre las creencias iniciales de futuro profesorado de Educación Primaria en torno a incorporar o no la perspectiva de género en el aula de ciencias, y sobre las estrategias que utilizarían para fomentar este enfoque en el aula. El análisis de datos cualitativo a dos preguntas abiertas muestra cómo el futuro profesorado en formación inicial posee muy poca conciencia acerca de la importancia en la enseñanza de las ciencias de adoptar un enfoque social desde la perspectiva de género, y un gran desconocimiento en cuanto a las estrategias a utilizar para implementar dicho enfoque.

Palabras clave: Profesorado en Formación inicial; Perspectiva de género; STEM.

Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias debe ser realizada en respuesta a la necesidad de formar a una ciudadanía que sea capaz de adaptarse, responder y jugar un papel responsable en los cambios y desafíos de un mundo cada vez más globalizado (Hazelkorn et al., 2015). Por ello, el nuevo enfoque de enseñanza denominado STEM (Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology) plantea un aprendizaje de los contenidos de varias disciplinas, entre ellas la científica y la matemática, desde una perspectiva interdisciplinar e integrada (Moore y Smith, 2014; Shernoff, Sinha, Bressler y Ginsburg, 2017). Pero este enfoque además requiere incorporar una perspectiva que fomente la presencia de mujeres en carreras universitarias de áreas de Ciencia y Tecnología, ya que los estudios muestran que el número de mujeres que se decantan por estas carreras es cada vez menor (OECD, 2006; Esteve, 2017). Esta situación parece estar generada por la influencia de distintos factores, entre los que cabe destacar los diferentes intereses que tienen los hombres y las mujeres (Sjøberg y Schreiner, 2010); o los estereotipos de género que se transmiten desde los medios de comunicación, las familias y el sistema educativo (ej. Kerkhoven et al., 2016).

Por ello, desde la educación científica se debe adoptar un enfoque de enseñanza donde, además de contemplar la interdisciplinaridad, se dé visibilidad a las aportaciones y contribuciones de las mujeres a la ciencia (Vega et al., 2010; González, 2014) para que, además de eliminar la imagen

estereotípica de que las ciencias son para los hombres y no para las mujeres, se dé rigor a los contenidos académicos, no se pierda parte del legado cultural, y se disponga de más recursos para entender el presente y concebir el futuro (Martín-Gámez, Morón-Monge, Solís-Espallargas y Martín, 2017).

Todo ello implica que el futuro profesorado necesita no solo construir un conocimiento general de los conceptos de las disciplinas científicas, sino también sobre otros aspectos como la naturaleza epistemológica de este conocimiento y las estrategias con la que se construye, entre otros (Martín-Gámez et al., 2017). Es decir, es necesario formar al futuro profesorado de los distintos niveles educativos en competencias profesionales que les permitan mejorar los conocimientos sobre los contenidos abordados incorporando su visión social, y aprender estrategias que permitan en un futuro fomentar este enfoque en el aula.

Objetivos y participantes

El estudio que se presenta es parte de una investigación más amplia en el contexto de un Proyecto de Innovación Educativa que se está llevado a cabo por dos áreas de conocimiento de la Universidad de Málaga: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de la Matemática. En él, se plantea trabajar los contenidos didácticos de las asignaturas en las que se implementará, mediante el estudio de distintas mujeres científicas y matemáticas utilizando la metodología del Aula Invertida (Hamdan, McKnight, McKnight y Arsftrom, 2013).

Se está realizando en el Grado de Maestro/a de Educación Primaria y de Educación Infantil. Actualmente, el proyecto está en su 1º fase, en la que se ha indagado sobre las creencias iniciales en torno a incorporar o no un enfoque de enseñanza social-formativo con perspectiva de género desde la educación científica y matemática, y sobre las estrategias que utilizarían para fomentarlo en el aula. Han participado un total de 49 profesores de Primaria en formación inicial, 14 hombres y 35 mujeres. Las preguntas de investigación a las que se pretende dar respuesta en esta fase son las siguientes:

- ¿Tiene conciencia el futuro profesorado en formación inicial sobre la necesidad de adoptar un enfoque social-formativo con perspectiva de género en las disciplinas científicas y matemática?
- ¿Qué estrategias metodológicas utilizaría para adoptar este enfoque?

Metodología

El diseño de la metodología de esta primera fase del proyecto se ha concebido bajo un enfoque constructivista a partir del cual los que aprenden se implican activamente en el proceso de construcción del conocimiento, usando su conocimiento previo para dar sentido a sus nuevas experiencias (Martín del Pozo y Rivero, 2001).

Para ello, se diseñó un test, de elaboración propia conformado por 2 preguntas abiertas, contextualizadas en la visualización de un fragmento de la película “Figuras Ocultas” de 4 min. de duración. En este se muestran las competencias profesionales de una de las mujeres protagonistas, superiores a las de sus compañeros todos hombres, y pone de manifiesto los grandes obstáculos que sufre para que se le reconozcan dichas competencias por el hecho se ser una mujer. Además, en el fragmento se abordan determinados contenidos científicos y matemáticos.

Una vez visualizado el fragmento, los participantes debían de responder por escrito a las siguientes preguntas:

P1. ¿Utilizarías este fragmento como recurso en el aula para trabajar aspectos científicos y matemáticos? ¿Por qué?

*P2. Si tu respuesta fue afirmativa, explica detalladamente cómo lo har*ías.

El análisis de las respuestas a las preguntas se ha llevado a cabo realizando un análisis cualitativo del contenido (Schreirer, 2012). Cada una de las autoras de este trabajo realizó una primera revisión de los datos para determinar aspectos emergentes en los mismos que fueron comparados y consensuados, permitiendo así configurar y describir un conjunto de grandes categorías. A continuación se elaboró una codificación provisional de las respuestas comparando los resultados, y obteniendo un 90% de coincidencia en el análisis. Los resultados no coincidentes se recodificaron hasta llegar al 100% de acuerdo entre las tres integrantes.

Resultados

Las respuestas a la primera pregunta planteada (P1) se han categorizado teniendo en cuenta si contestaron afirmativamente en la primera parte de la pregunta (tabla 1) o negativamente a la misma (tabla 2). También se presentan los resultados distinguiendo si las respuestas correspondían a profesorado en formación inicial (pf.) hombre o mujer.

Los resultados de la tabla 1 muestran que la mayoría de los participantes sí lo utilizaría, ya que 27 de los 49 pf. han pensado en él como un recurso a usar en el aula. Si analizamos las respuestas dadas por hombres y mujeres, se puede observar que no existen diferencias significativas, ya que algo más del 50% de cada género lo utilizaría.

Tabla 1. Frecuencias por género de las respuestas afirmativas a la P1

	Sí lo utilizaría	**Razones**				
		Permite enfoque STEM (S1)	Permite perspectiva género (S2)	Permite perspectiva género y STEM (S3)	Permite STEM con perspectiva género (S4)	Otros (S5)
Hombres	8	1	4	2	1	0
Mujeres	19	3	12	0	3	1
Total	**27**	**4**	**16**	**2**	**4**	**1**

Las razones aportadas de por qué utilizarían el recurso en el aula se han agrupado en 5 categorías (tabla 1): S1 que recoge las respuestas que reconocen que el fragmento ayudaría solo a abordar aspectos científicos y matemáticos (Ej. *"Si lo utilizaría porque en la película te tratan aspectos tanto científicos como matemáticos […]"* (pf. 49)); S2 que integra las respuestas que utilizarían el recurso porque les ayudaría a abordar solo aspectos relacionados con perspectiva de género (Ej. *"[…] quizás no lo utilizaría para la enseñanza de ciencia pero sí para enseñar valores como la igualdad dentro del aula"* (pf. 11)); S3 que incluye a los que creen que el fragmento podría utilizarse para abordar aspectos matemáticos y científicos y aspectos de género pero no de manera integrada (Ej. *"Sí usaría el fragmento para tratar la igualdad de género y aspectos como la latitud de la tierra"* (pf. 45)); S4 que considera a los que explican la utilidad del fragmento dado que les permitiría abordar contenidos científicos y matemáticos desde una perspectiva de género (Ej. *"porque se tratan temas que se pueden llevar al aula y además a la vez se puede trabajar el papel de las mujeres"* (pf. 15)); y una última categoría (S5) que recoge las respuestas de los que no dan ninguna explicación relacionada con lo que le pregunta.

Los datos apuntan a que más de la mitad de los participantes se decantan por usarlo como recurso para la enseñanza de un tema transversal como es la igualdad de género (S2).

Por otro lado, los que respondieron negativamente a la P1 (tabla 2) justifican sus respuestas utilizando dos argumentos: la necesidad de disponer de un mayor nivel cognitivo por parte del alumnado para utilizar este recurso (N1) (Ej. "*No, porque son aspectos matemáticos muy complejos […]"* (pf. 1)); y el no ser los aspectos de genero contenidos propios de las disciplinas

científicas y matemáticas (N2) (Ej. *"[…] considero que es propio de la asignatura de Educación para la Ciudadanía para trabajar la violencia de género"* (pf. 42)).

Es posible observar en mayor medida en los hombres la consideración que la perspectiva de género no forma parte de la enseñanza STEM (N2). Esto se complementa con la visión de las mujeres que apunta a estar algo más concienciadas en abordar aspectos relacionados con la perspectiva de género (S2).

Tabla 2. Frecuencias por género de las respuestas negativas a la P1

	No lo utilizaría	**Razones**	
		Elevado nivel cognitivo (N1)	Perspectiva género no es contenido STEM (N2)
Hombres	6	2	4
Mujeres	16	8	8
Total	**22**	**10**	**12**

Las respuestas a la segunda pregunta (P2), a la que respondieron los que contestaron afirmativamente a la P1 (27 participantes), se categorizaron en dos grupos (tabla 3): los que no aportaron ninguna estrategia metodológica específica; y los que sí lo hicieron. Sobre estos últimos se consideraron subcategorías no excluyentes que definen las estrategias propuestas. El análisis pone de manifiesto que no hay ninguna estrategia que predomine sobre otra, y que tampoco se aprecian diferencias significativas de las respuestas dadas por hombres y mujeres en esta pregunta. También los datos indican que todos los participantes, exceptuando un caso, proponen solo una estrategia.

Tabla 3. Frecuencia de las respuestas a la P2

	No aportan ninguna estrategia	**Aporta alguna estrategia**	**Aportan alguna estrategia**		
			Actividades experimentales	Debates	Actividades basadas en resolución de problemáticas
Hombres	3	5	1	2	3
Mujeres	12	7	3	2	2
Total	**15**	**12**	**4**	**4**	**5**

Consideraciones finales

Este trabajo pone de manifiesto cómo el futuro profesorado en formación inicial posee muy poca conciencia acerca de la significatividad que supone la adopción de un enfoque social, desde la perspectiva de género, en los procesos de enseñanza y aprendizaje que se den en el aula de ciencias. En particular, los datos muestran cómo casi la mitad de los futuros docentes de Primaria analizados no reconocen la potencialidad educativa que proporcionaría esta perspectiva en el aula de ciencias, fundamentalmente porque consideran que los aspectos relacionados de esta no resultan ser contenidos propios de las disciplinas científicas. La importancia de no identificar esta potencialidad radica en la influencia que puede tener sobre las futuras prácticas docentes de este profesorado (Porlán y Martín del Pozo, 2004).

Por otro lado, los que si manifiestan una mayor conciencia de la dimensión formativa que debe aportar la enseñanza de las ciencias se contradicen, dado que creen necesario adoptar esos temas pero separándolos de la enseñanza de las disciplinas científico-tecnológicas. También cabe destacar, que la identidad de género entre los participantes de la muestra se evidencia cómo un elemento con muy poca influencia en las opiniones relacionadas con la inclusión o no de enfoques de género en la enseñanza de las ciencias.

En relación a la competencia para generar estrategias que aborden una perspectiva interdisciplinar de ciencias y matemáticas con perspectiva de género, los resultados indican un desconocimiento importante por parte del futuro profesorado participante en este análisis.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto "Desarrollando competencias profesionales docentes mediante el estudio de mujeres científicas a través del aula invertida." (PIE17-026) financiado por la Universidad de Málaga en la convocatoria de 2017-2019.

Referencias bibliográficas

Esteve, A. R. (2017). ¿Qué estudios universitarios de ciencia y tecnología prefieren las mujeres? *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (Num. Extra), 5585-5591.

González, M. (2014). *Las mujeres con invisibilidades en sus aportes a la ciencia*. [Archivo de vídeo]. Vídeo Recuperado de http://redesoei.ning.com/video/c-entrevistas-marta-gonz-lez-lasmujeres-son-invisibilizadas-en?xg_source=msg_mes_network [Consultado el 10/12/2017].

Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., y Arsftrom, K. M. (2013). *The flipped learning model: a white paper based on the literature review titled 'A Review of Flipped Learning'*. Recuperado de http://flippedlearning.org/ [Consultado el 07/12/2016].

Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C.P., Deca, L., Grangeat, M., Karikorpi, M., Lazoudis, A., Pintó Casulleras, R., y Welzel-Breuer, M. (2015). *Science education for responsible citizenship. Report to the European Commission of the expert group on science education*. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf [Consultado el 15/01/2018].

Kerkhoven, A.H., Russo, P., Land-Zandstra, A.M., Saxena, A., Rodenburg, F.J. (2016). Gender Stereotypes in Science Education Resources: A Visual Content Analysis. *PLoS ONE*, 11(11), e0165037.

Martín Del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.

Martín-Gámez, C., Morón-Monge, H., Solís-Espallargas C. y Martín, M. (2017). ¿Qué conoce nuestro futuro profesorado de Educación Primaria en relación a la contribución de las mujeres a la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (Num. Extra), 5613-5618.

Moore, T. y Smith, K. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5-9.

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*. París: OECD.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of inservice and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, 15, 39-62.

Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Londres: Sage.

Shernoff, D. J., Sinha, S.,. Bressler, D. M. y Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 13 (4), 1-16.

Sjøberg, S. y Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings. University of Oslo. Recuperado de http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf [Consultado el 15/01/2018].

Vega, P., Herrero, Y., Torres, M., Ramdán, Z., y Puleo, A. H. (2010). *Mujeres y medio ambiente: admiraciones e interrogantes*. Madrid: ACSUR-Madrid.

Diseño de un juego de rol sobre un problema socio-científico relacionado con las centrales nucleares para iniciar en el activismo y en el uso de pruebas a maestros de primaria en formación inicial

Daniel Cebrián-Robles, Enrique España-Ramos y Antonio-Joaquín Franco-Mariscal

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

dcebrian@uma.es

Resumen:

Nos encontramos en un momento en el que el planeta está sufriendo graves agresiones y nuestro modelo de desarrollo energético sigue una vía insostenible. Los estudiantes de primaria en formación deben conocer y concienciar a las nuevas generaciones sobre problemas socio-científicos importantes en nuestra sociedad como el uso de las centrales nucleares, pero necesitan argumentar usando pruebas científicas en las que tiene un papel importante el conocimiento científico. Con este fin, se ha diseñado y puesto en práctica un el juego de rol como recurso didáctico dentro de un programa formativo que perseguía mejorar la argumentación científica de los maestros de primaria en formación. En esta comunicación se presenta el diseño formativo y una parte de la puesta en práctica de un juego de rol sobre el problema socio-científico de la prolongación de la vida más allá del tiempo establecido de la central nuclear de Garoña como fuente no renovable. Para iniciar a los maestros en formación en el activismo basado en la ciencia y resaltando el papel de las pruebas en las argumentaciones de los diferentes participantes.

Palabras clave: Juegos de rol, maestros de primaria en formación inicial, percepciones, argumentación, problemas socio-científicos

Introducción

Es un hecho que existe una falta de recursos energéticos no renovables frente al aumento de su consumo para producir energía (Hawdon, 2017). Esto podría conducir a una crisis energética mundial además de incrementar las producciones de contaminantes entre las que se destaca el CO_2 emitido a la atmósfera y el correspondiente calentamiento global (Abas, Kalair, & Khan, 2015). Es por ello, que debe crearse una concienciación ciudadana que genere actitudes favorables hacia la conservación del planeta, que a su vez persistan. Los maestros de primaria en formación inicial juegan un papel importante en la concienciación sobre el consumo responsable de la energía al ser los potenciales formadores de nuevas generaciones. Algunos estudios muestran que de esta forma se produce un aprendizaje más profundo que perdura en el tiempo (Fullan & Langworthy, 2013). Sin embargo, diferentes investigaciones indican que los maestros de primaria en formación presentan dificultades con los conceptos de energía (Diakidoy & Iordanou, 2003; Trumper, 1997). En este sentido, diferentes autores han propuesto actividades con un enfoque activista socio-científico y socio-político para superar estos obstáculos (L. Bencze & Alsop, 2014; Reis, 2014).

Para tomar conciencia y participar de forma activa en las políticas energéticas del país, el ciudadano debe conocer los diferentes agentes sociales que participan en determinados problemas controvertidos y cuál es la solidez de sus argumentos. La energía nuclear es una fuente no renovable que presenta una comprensión compleja con diversas incertidumbres (Taebi & Roeser, 2015). Los estudios realizados sobre este tema con maestros de primaria o de secundaria en formación inicial se centran en evaluar sus percepciones sobre la energía nuclear (Colclough, Lock, & Soares, 2011; Yang & Anderson, 2003) o en conocer los errores conceptuales (Tsaparlis, Hartzavalos, & Nakiboğlu, 2013).

Los juegos de rol constituyen un recurso interesante en la enseñanza de las ciencias para trabajar contenidos en el aula que pueden ser argumentados por diferentes visiones (Aubusson, Fogwill, Barr, & Perkovic, 1997; Cherif & Somervill, 1995). Diversos autores destacan la importancia de abordar problemas socio-científicos en las clases de ciencias mediante el uso de actividades, como el juego de rol, en las que el debate ocupa una posición relevante (Colucci-Gray, Camino, Barbiero, & Gray, 2006). Un aspecto fundamental del juego de rol es que requiere el diálogo entre los participantes, tanto durante su preparación como en la escenificación (Simonneaux, 2000). Permite también identificar problemas, buscar información y plantear soluciones (España-Ramos, Rueda-Serón, & Blanco-López, 2013). Como una de sus principales características es que se representan diferentes posturas y los criterios que las sustentan (Simonneaux, 2001), resultan muy adecuados para la identificación de pruebas científicas, tanto del punto de vista que se defiende como de otras perspectivas, con las correspondientes actitudes y valores, lo que puede contribuir a aclarar ideas sobre un problema dado y, en ocasiones, puede dar lugar a cambios de opinión (Simonneaux, 2000). En los juegos de rol, tanto en la preparación de roles como en su escenificación, la capacidad de argumentar, relacionando explicaciones y pruebas cobra gran importancia, además motiva a los estudiantes para el aprendizaje de contenidos relacionados con el problema tratado, lo que puede favorecer que los alumnos perciban la ciencia como algo más cercano (McSharry & Jones, 2000). El manejo de pruebas en el discurso es de suma importancia y no está siendo trabajado suficientemente en las aulas para mejorar la competencia en argumentación con el uso de pruebas científicas (Iordanou & Constantinou, 2014).

En esta comunicación se presenta el diseño formativo y una parte de la puesta en práctica de un juego de rol sobre el problema socio-científico de la prolongación de la vida más allá del tiempo establecido de la central nuclear de Garoña como fuente no renovable. Para iniciar a los maestros en formación en el activismo basado en la ciencia y resaltando el papel de las pruebas en las argumentaciones de los diferentes participantes, para que estén formados para empoderar a los ciudadanos en la toma responsable de decisiones en cuestiones importantes en sus vidas y para el futuro del planeta. No sería un activismo directo si no una representación en la que se entrenaría a los futuros maestros en la práctica del activismo al tener que buscar pruebas, argumentar, ponerse en el lugar del otro, etc. Los papeles que se representan en el juego son los papeles reales que hay en el conflicto social en este caso relacionado con la controversia sobre centrales nucleares.

El juego de rol y su desarrollo en el aula

Se presenta el diseño y la puesta en práctica, llevada a cabo como estudio preliminar con 48 estudiantes del 3º curso del grado en educación primaria (20-21 años) de la Universidad en la asignatura obligatoria Enseñanza de las Ciencias. Los estudiantes desarrollaron una actividad de juego de rol dentro de un programa formativo más amplio sobre argumentación científica. La actividad se desarrolló en tres sesiones separadas una semana en el tiempo para preparar el juego (figura 1).

El escenario del juego presenta en un problema socio-científico actual en el panorama español. Este se centra en las diferentes posiciones sobre la decisión política de extender la vida de la

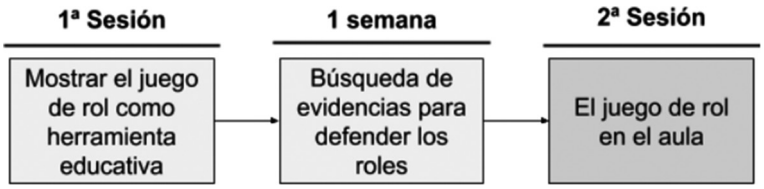


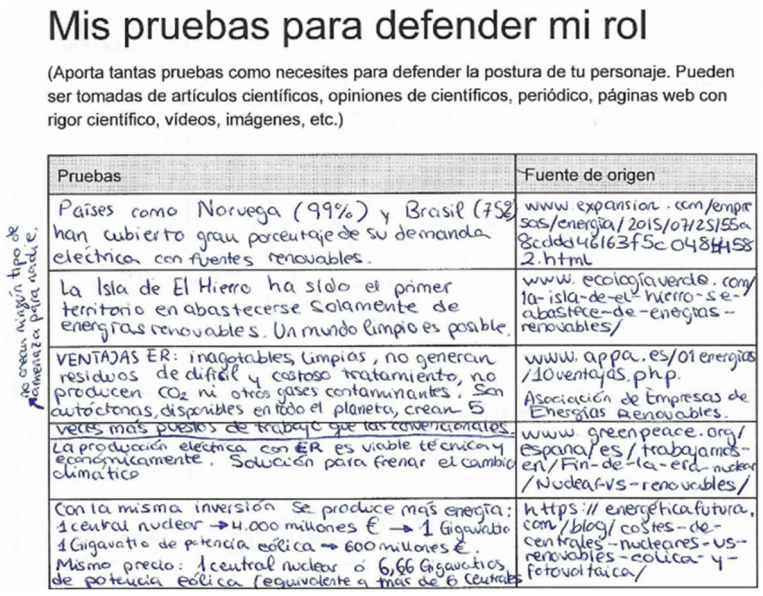
Figura 1. Sesiones del desarrollo del juego de rol

central nuclear de Garoña en Burgos de 20 a 40 años más allá de su tiempo establecido (García-Mestres, Mateu, & Domínguez, 2011). Cada estudiante de cada grupo recibiría aleatoriamente un rol a favor de la energía nuclear (lobby nuclear, científico nuclear, ciudadano de Garoña y trabajador de la central), en contra (ecologista, científico en contra, ciudadano, empresario de una gran hidráulica) o del gobierno (ministro), sumando en total 9 personajes por grupo.

Sesión 1: Al iniciar la sesión se presentó a los estudiantes las características didácticas del juego de rol para maestros en formación de primaria y se explicó la actividad que se iba a hacer en el escenario de la energía nuclear. En esa misma sesión, se realizó la formación de los 5 grupos que iban a participar en 5 juegos de rol con idéntica escenificación de forma simultánea, y en cada uno de ellos se realizó el reparto de roles.

Preparación de los roles

Cada estudiante recibió una ficha con la descripción del rol que tenía que defender y en la que debía incluir las pruebas científicas e indicar las fuentes de procedencia para defender su personaje, preparándose con ello para las posibles refutaciones que durante el juego ese personaje pudiera recibir. Cada estudiante debía recoger las pruebas encontradas y su fuente de origen en una ficha. La figura 2 detalla una ficha de ejemplo del rol del científico nuclear y su recogida de pruebas.



Mis pruebas para defender mi rol

(Aporta tantas pruebas como necesites para defender la postura de tu personaje. Pueden ser tomadas de artículos científicos, opiniones de científicos, periódico, páginas web con rigor científico, vídeos, imágenes, etc.)

Pruebas	Fuente de origen
Países como Noruega (99%) y Brasil (75%) han cubierto gran porcentaje de su demanda eléctrica con fuentes renovables.	www.expansion.com/empresas/energia/2015/07/25/55a8cddd46163f5c048b4588.html
La Isla de El Hierro ha sido el primer territorio en abastecerse solamente de energías renovables. Un mundo limpio es posible.	www.ecologiaverde.com/la-isla-de-el-hierro-se-abastece-de-energias-renovables/
VENTAJAS ER: inagotables, limpias, no generan residuos de difícil y costoso tratamiento, no producen CO_2 ni otros gases contaminantes. Son autóctonas, disponibles en todo el planeta, crean 5 veces más puestos de trabajo que las convencionales.	www.appa.es/01energias/10ventajas.php. Asociación de Empresas de Energías Renovables.
La producción eléctrica con ER es viable técnica y económicamente. Solución para frenar el cambio climático	www.greenpeace.org/espana/es/trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/Nuclear-vs-renovables/
Con la misma inversión se produce más energía: 1 central nuclear → 4.000 millones € → 1 Gigavatio. 1 Gigavatio de potencia eólica → 600 millones €. Mismo precio: 1 central nuclear ó 6,66 Gigavatios de potencia eólica (equivalente a más de 6 centrales	https://energeticafutura.com/blog/costes-de-centrales-nucleares-vs-renovables-eolica-y-fotovoltaica/

Figura 2. Ejemplo de ficha del rol científico nuclear elaborado por un estudiante para la preparación del rol

La búsqueda de pruebas científicas se extendió durante una semana estimándose una dedicación de 8 horas. Las pruebas aportadas podían ser fotografías, gráficas, artículos científicos, noticias,

etc. que debían llevar el día de la escenificación para defender sus puntos de vista. Durante este periodo, ningún estudiante revelaba a sus compañeros el papel que le había sido asignado, pues uno de los objetivos, además de defender su posición, era identificar los roles de los demás jugadores a través de las pruebas que ellos aportarían en sus discursos.

Sesión 2 (escenificación): El juego se abría con la siguiente presentación: "Estamos en un momento en el que el país tiene un gobierno en funciones y es difícil afrontar decisiones que afecten a largo plazo, debido a las vicisitudes en las que nos encontramos. Sin embargo, la central nuclear de Garoña se encuentra en el punto de mira de muchos pues se está pensando reabrir. Esta central ya cuenta con 45 años de vida y ha excedido el período de vigencia permitido de 40 años. Durante una reunión de puertas abiertas con distintos colectivos, se van a tomar decisiones importantes que repercutirán no sólo en Garoña sino al resto de centrales del país para decidir si ampliar la vigencia de las centrales de 40 años a 50 o 60.".

Durante el transcurso del juego, los estudiantes dispusieron de una ficha (figura 3) en la que iban recogiendo pruebas de los diferentes participantes y sus predicciones basadas en dichas pruebas acerca de qué personaje estaba hablando en cada momento. De esta forma, se mantenía motivados a los estudiantes en el juego al tratar de no revelar su personaje e identificar el de los demás.

Personajes	Nombres	Pruebas reveladoras del personaje
Ecologista	[redacted]	- Nos informa de todo lo que influye en el medio ambiente.
Científico en contra	[redacted]	- En contra, porque pasados 40 años sufren daños estructurales etc...
Ciudadano	[redacted]	- Es perjudicial para la salud y para la ciudadanía.
Empresario de una gran hidráulica	[redacted]	Ella prefiere otras energías como la hidraulica. que también son más baratas
Lobby nuclear	[redacted]	Le importa el dinero y beneficio no lo que ocurra.
Científico nuclear	[redacted]	En contra, porque no hace falta buscar energía mas barata, no afecta...
Ciudadano de Garoña	[redacted]	Se preocupa por el dinero y bienestar del

Figura 3. Ficha de identificación de roles durante el juego de rol

Al terminar el transcurso del juego de rol, los estudiantes pudieron usar la argumentación científica mediante la exposición de las pruebas que habían buscado previamente para la defensa de su personaje. Además, se persiguió identificar las pruebas que usaron el resto de roles que participaron en el juego de rol. Cada estudiante al terminar desvelaba su rol y cada uno comprobaba si había identificado bien las pruebas y con ello revelado el rol de cada uno de los miembros.

Consideraciones finales

Después del diseño y la puesta en práctica del juego de rol con los maestros de primaria en formación inicial, se pidió su valoración sobre su posible puesta en práctica en primaria y todos respondieron que sí lo harían y resaltaron diferentes aspectos posibles del juego como recurso didáctico: "Ayudan a la argumentación, a la expresión y se trabaja el temario" o "Es una manera dinámica e innovadora de trabajar".

El profesor valoró positivamente la puesta en práctica de la actividad y consideró que serían aspectos mejorables escenificar menos juegos a la vez y formando menos grupos y fomentando más el intercambio de argumentos entre los estudiantes que representaban diferentes roles.

Esta experiencia piloto ha puesto de manifiesto que el juego de rol es un recurso apropiado para iniciar a los maestros en formación en el activismo basado en la ciencia y resaltar el papel de las pruebas en las argumentaciones de los diferentes participantes, para que estén formados para empoderar a los ciudadanos en la toma responsable de decisiones en cuestiones importantes en sus vidas y para el futuro del planeta.

En trabajos futuros se pretende analizar de qué manera ha mejorado la calidad en las argumentaciones de los estudiantes a través del juego de rol y cómo ha cambiado la percepción que estos presentaban inicialmente frente a la energía nuclear.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (CPAIM) (EDU2017-82197-P) financiado por MINECO 2017.

Referencias bibliográficas

Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, *69*, 31–49.

Aubusson, P., Fogwill, S., Barr, R., & Perkovic, L. (1997). What happens when students do simulation-role-play in science? *Research in Science Education*, *27*(4), 565–579.

Bencze, L., & Alsop, S. (2014). *Activist science and technology education*. Springer.

Cherif, A. H., & Somervill, C. H. (1995). Maximizing Learning: Using Role Playing in the Classroom. *The American Biology Teacher*, *57*(1), 28–33.

Colclough, N. D., Lock, R., & Soares, A. (2011). Pre-service Teachers' Subject Knowledge of and Attitudes about Radioactivity and Ionising Radiation. *International Journal of Science Education*, *33*(3), 423–446.

Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, *90*(2), 227–252.

Diakidoy, I.-A. N., & Iordanou, K. (2003). Preservice teachers' and teachers' conceptions of energy and their ability to predict pupils' level of understanding. *European Journal of Psychology of Education*, *18*(4), 357–368.

España-Ramos, E., Rueda-Serón, J. A., & Blanco-López, Á. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *10*(4), 763–779.

Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, *50*(2), 209–237.

Fullan, M., & Langworthy, M. (2013). Towards a new end: New pedagogies for deep learning. *Seattle: Creative Commons*. Retrieved from http://redglobal.edu.uy/wp-content/uploads/2014/07/New_Pedagogies_for_Deep-Learning_Whitepaper1.pdf

García-Mestres, M., Mateu, A., & Domínguez, M. (2011). Fukushima en la prensa española. El debate científico sobre la energía nuclear a través de los géneros de opinión. In *III Congress of the Asociación Española de Investigación de la Comunicación "Comunicación y riesgo* (pp. 18–20). Londres: Universitat de València.

Hawdon, D. (2017). *The Energy Crisis: Ten Years After*. Routledge.

Iordanou, K., & Constantinou, C. P. (2014). Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. *Learning and Instruction*, *34*, 42–57.

Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, *15*(3), 309–328.

McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *The School Science Review*, *82*(298), 73–82.

Reis, P. (2014). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teachers' perspectives. In J. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (Vol. 9, pp. 547–574). Dordrecht: Springer.

Simonneaux, L. (2000). Cómo favorecer la argumentación sobre las biotecnologías entre el alumnado. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, *25*, 27–44.

Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, *23*(9), 903–927.

Taebi, B., & Roeser, S. (2015). *The Ethics of Nuclear Energy*. Cambridge University Press.

Trumper, R. (1997). The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept as an example. *Educational Research*, *39*(2), 157–174.

Tsaparlis, G., Hartzavalos, S., & Nakiboğlu, C. (2013). Students' knowledge of nuclear science and its connection with civic scientific literacy in two European contexts: The case of newspaper articles. *Science & Education*, *22*(8), 1963–1991.

Yang, F.-Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, *25*(2), 221–244.

Una problemática ambiental en el centro de la controversia sociopolítica ¿Cómo se percibe por los alumnos y profesores de un centro de Secundaria?

Patricia Esteve, Isabel Banos-González, Mercedes Jaén y Ana M. Gascón

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia

ibbg1@um.es

Resumen:

Este trabajo analiza las percepciones de alumnado y profesorado de un instituto murciano respecto a la problemática del Mar Menor y su enseñanza. Los datos, recogidos mediante cuestionarios, sugieren que los estudiantes no son capaces de identificar y relacionar adecuadamente las causas y consecuencias del problema. Las soluciones que proponen tienden a ser generalistas y no se encuentran ligadas a las causas principales. Por su parte, el profesorado reconoce la importancia de concienciar al alumnado sobre este conflicto, pero parece que presentan dificultades a la hora de abordarlo como un contenido propio de su asignatura, lo que podría limitar el desarrollo de planteamientos innovadores que promuevan la superación de las dificultades identificadas en el alumnado.

Palabras clave: percepciones; problemática del Mar Menor; conflictos socio-ambientales; Secundaria.

Introducción

El Mar Menor es una laguna costera emblemática de la Región de Murcia, que ostenta diversas figuras de protección por sus valores naturales y, a su vez, presenta una intensa actividad urbano-turística que en las últimas décadas, ha convivido con prácticas agrícolas intensivas cuyas aguas drenan hacia la laguna. En verano de 2016, el color verde de sus aguas provocó una gran alarma social que, junto a las presiones del sector hotelero, supuso que la Administración Regional iniciara un conjunto de actuaciones destinadas a la mejora de la calidad de las aguas, después de décadas de inoperancia.

Desde entonces, la situación de este entorno ha generado un intenso debate político y socioeconómico, con multitud de movilizaciones ciudadanas en las que se han evidenciado conflictos de intereses entre la actividad agrícola y el desarrollo turístico. Ambas actividades están altamente valoradas en el sistema productivo regional y por la ciudadanía, que tiende a sobreestimar el impacto económico frente a las consecuencias ambientales.

El planteamiento educativo de esta situación, de plena actualidad en los medios de comunicación, podría favorecer que el alumnado estableciera relaciones entre los aspectos ambientales, sociales y económicos. Por otra parte, podría ayudarles a reflexionar ante problemáticas socio-ambientales cercanas en las que existen conflictos de intereses que, inevitablemente, conducen a un posicionamiento como ciudadanos.

El interés de este proceso de reflexión radica en que, aunque los estudiantes de secundaria se sienten preocupados por los problemas ambientales y mantienen posiciones conservacionistas,

en sus justificaciones prevalecen argumentos poco críticos y excesivamente simplificados (Fuentes Silveira, 2015). Además, cuando abordan este tipo de problemas, no parecen establecer relaciones claras entre determinadas actividades y su impacto en el medio, como el caso de la agricultura intensiva, que incluso la perciben beneficiosa para la vida salvaje (Grace y Sharp, 2000).

Por todo lo anterior, se ha planificado una investigación para averiguar cómo un problema actual y de relevancia es considerado por los alumnos y profesores de un centro de Secundaria considerado emblemático de la ciudad de Murcia.

En concreto, los objetivos específicos de este trabajo:

- Conocer cómo perciben los estudiantes y profesores el problema del Mar Menor y su futuro.
- Valorar las causas que el alumnado identifica como principales responsables del problema.
- Analizar las consecuencias que reconocen como principales y las posibles soluciones que proponen.
- Discutir sobre la importancia que otorgan los docentes a abordar este problema en sus aulas y los posibles condicionantes que consideran.

Metodología

En la investigación han participado 190 estudiantes de un IES centenario situado en el centro de la ciudad de Murcia y 17 docentes de distintos departamentos (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de alumnos por nivel educativo

Nivel educativo		Participantes
ESO	1º	30
	2º	48
	3º	38
	4º	46
Bachillerato	1º	17
	2º	11
Total		**190**

Como instrumentos de recogida de información se han utilizado dos cuestionarios anónimos, uno dirigido a alumnos y el otro a los docentes. En el primer caso, se trataba de un cuestionario mixto compuesto por 5 ítems, que incluían 4 de tipo cerrado, con opciones que debían priorizar, y una de tipo abierto; el segundo cuestionario constaba de 5 ítems de cuestiones cerradas y de opción múltiple.

El cuestionario dirigido a los estudiantes se centraba en sus conocimientos y percepciones acerca de las causas consecuencias y posibles medidas a tomar ante esta problemática, este último aspecto se planteó mediante una cuestión abierta. A los profesores se les preguntó sobre la presencia de este problema en la planificación de sus asignaturas y sus limitaciones.

Mediante la utilización del programa estadístico SPSS 15,0 se ha obtenido un análisis de tipo descriptivo univariante. En un análisis de mayor profundidad, se han valorado las posibles diferencias entre grupos mediante el Test de Kruskal Wallis que permite analizar si existen diferencias

respecto a las variables: conocer el problema y haber estudiado la problemática previamente. Las soluciones ofrecidas en la pregunta abierta se han analizado de forma inductiva, agrupando las respuestas en distintas categorías y estimando su frecuencia.

Para lograr una representatividad de la muestra, se estableció un nivel de significancia que indica la probabilidad de error en 0,05. Por lo tanto sólo se han considerado válidos los resultados por debajo de 0,05.

Resultados y discusión

El análisis y discusión de los resultados está estructurado en dos bloques, que se corresponden a la percepción de los alumnos sobre el problema y la de los profesores sobre su utilidad en las aulas.

Percepciones de los alumnos

Sobre las causas del problema

Los resultados sugieren que, en general, el alumnado muestra limitaciones en la construcción de relaciones adecuadas entre algunas actividades humanas y sus efectos ambientales y sociales, que condicionarían la comprensión del problema.

Básicamente, consideran la llegada de basuras al mar como la causa principal del problema, lo que podría indicar que establecen una relación causal simple entre la presencia de residuos sólidos y la calidad de las aguas del Mar Menor.

Una minoría señala la agricultura como el origen del proceso de eutrofización, lo que muestra la dificultad para reconocer la presión de los cultivos intensivos sobre el medio (Meira, 2013). Estos resultados podrían relacionarse con la complejidad de los efectos indirectos generados por la alteración de los procesos biogeoquímicos, que son cambios a largo plazo y poco perceptibles para los ciudadanos (Jaén et al., 2018).

Los análisis inferenciales muestran que solo se observan diferencias significativas ($p=0,026$) con los estudiantes que alegan haber abordado la problemática en el aula (el 21,6%).

Este resultado reflejar la importancia de que los estudiantes analicen la problemática durante su formación, pues favorecería una mayor capacitación para participar en los debates que la rodean. Estos resultados refleja que, el hecho de que los estudiantes analicen la problemática durante su formación, les lleva a identificar de forma más adecuada las causas.

Sobre las consecuencias del problema

Respecto a la eutrofización del Mar Menor, el alumnado parece establecer relaciones causa-efecto insuficientes para interpretar el proceso y su efecto sobre el ecosistema y las personas.

Como consecuencia principal, se refieren a problemas de salud derivados de la toxicidad del agua y, secundariamente, a la desaparición de especies marinas de flora y fauna. Que identifiquen estos efectos podría estar relacionado con la llegada de residuos a la laguna, los cuales estarían envenenando el agua, poniendo en riesgo la salud de las personas y la supervivencia de los seres vivos del entorno. Se trataría entonces de una interpretación de los fenómenos en la que no se consideran relaciones de interacción y resiliencia.

A pesar de que estas concepciones sean poco ajustadas a las evidencias científicas, resulta interesante que valoren, en porcentajes próximos, impactos de tipo social y ecológico, ya que cuando se abordan problemáticas de conservación, los estudiantes suelen centrarse únicamente en los aspectos ecológicos (Menzel y Bögeholz, 2009). Sin embargo, el color verde del agua y la presencia masiva de medusas, que son evidencias del proceso de eutrofización con un gran

impacto mediático, no parecen ser consideradas relevantes para el alumnado. Por tanto, aunque se trate de una situación en la que se pueden sentir involucrados, parecen mantenerse bastante ajenos a la controversia que se ha generado en la sociedad murciana.

Sobre posibles soluciones propuestas ante el problema

Como resultado de las dificultades para identificar causas y consecuencias, la mayoría proponen soluciones que no serían eficaces para reducir la llegada de sustancias eutrofizantes a la laguna. En general, vuelven a centrarse en la presencia de basuras en las playas, destacando la necesidad de actuaciones concretas para su retirada. De las 261 soluciones aportadas, agrupadas en 8 categorías, más del 40% se dirige hacia este tipo de propuestas. Una quinta parte plantea soluciones generalistas como "*evitar tanta contaminación*" o "*reducir los problemas ambientales*", sin concretar medidas para tal fin (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de las soluciones planteadas y frecuencias estimadas

Categorías de las soluciones propuestas	Frecuencia (%)
Disminución de las basuras y limpieza de playas	40,6
Soluciones generalistas de respeto hacia el entorno	20,7
Soluciones institucionales	16,1
Soluciones indeterminadas	9,2
Cambios en la actividad agrícola	5
Concienciación ambiental	4,2
Soluciones urbano-turísticas	2,7
Implantación de filtros verdes	1,5

Solo una tercera parte, menciona soluciones centradas en regular las actividades y agentes sociales implicados en la problemática. En concreto proponen actuaciones institucionales, como que "*el gobierno inicie un plan de rehabilitación de la zona*"; o encaminadas a ordenar las actividades agrícolas y las urbano-turísticas. Así mismo, plantean realizar acciones en favor de la concienciación de los ciudadanos. Finalmente, aunque con un porcentaje mínimo, se ha diferenciado la propuesta sugerida por el Comité de Expertos Científicos, de implantar filtros verdes.

Percepción del profesorado sobre la utilización del problema en el aula

Los docentes reconocen el interés didáctico de la situación actual del Mar Menor y consideran que podría utilizarse para que los estudiantes conozcan el problema y generar conciencia sobre su estado de la laguna.

Aunque la amplia mayoría señala que lo ha utilizado en sus aulas, sólo algunos docentes de Biología y Geología y Matemáticas lo consideran un contexto adecuado para que sus estudiantes adquieran nociones básicas en su materia. Esto podría sugerir que, en general, el planteamiento de este problema socio-ambiental actual no se considera relevante para abordar los contenidos de la asignatura.

Respecto al tipo de actividad que planificarían, casi todos proponen una visita al entorno de la laguna para que los alumnos visualizasen un problema que ya está presente en el debate ciudadano. Considerando el origen de los impactos y el tipo de alteraciones a nivel bioquímico y trófico, esta salida, por sí sola, podría ser poco efectiva para comprender los fenómenos involucrados.

No obstante, también valoran adecuado plantear una investigación escolar en el aula, a partir de la cual exponer y discutir la problemática, lo que podría favorecer aprendizajes más eficaces. Sin embargo, al considerarlo un contenido complementario, señalan como limitante principal la disponibilidad de tiempo y, después, la rigidez del temario para plantear estas temáticas. En este sentido, parece que los profesores perciben importantes obstáculos para planificar actuaciones docentes encaminadas a indagar sobre los conflictos de intereses generados por el estado actual del Mar Menor.

Conclusiones

Aunque este estudio supone una primera aproximación a las ideas de los estudiantes y sus profesores de Secundaria sobre el problema del Mar Menor, y no puede ser extrapolado a otras situaciones, sí refleja las dificultades existentes para comprender cómo y por qué se ha producido el proceso de eutrofización de esta laguna y las actividades responsables.

Sus respuestas, centradas fundamentalmente en el establecimiento de relaciones entre las basuras y la contaminación, evidencian la necesidad de abordar estas problemáticas desde el paradigma de la complejidad, en el que se muestre la fragilidad de los equilibrios surgidos en las relaciones de interdependencia entre las actividades humanas y el medio ambiente.

Se deberían promover propuestas específicas centradas en problemas actuales que muestren una realidad ambiental plagada de contradicciones y conflictos de intereses. Esto, además, podría ayudar al alumnado en su formación como ciudadanos que han de tomar decisiones en un contexto real.

Desde planteamientos en los que se ponga el acento en la participación en los debates sociales, se podría alcanzar una mayor conciencia de los estudiantes sobre nuestras responsabilidades como ciudadanos en la defensa y conservación de nuestro entorno y, por ende, del planeta.

Sin embargo, parece que continúa siendo un reto involucrar a los estudiantes en estas temáticas desde planteamientos innovadores que permitan superar las dificultades detectadas y pongan énfasis en el desarrollo de competencias para actuar desde posiciones argumentadas.

Referencias bibliográficas

Fuentes Silveira, M.J. (2015). *La diversidad en el marco de la enseñanza de las ciencias naturales: una experiencia en el aula de educación secundaria obligatoria.* Tesis doctoral. Universidad de A Coruña.

Grace, M. y Sharp, J. (2000). Exploring the actual and potential rhetoric-reality gaps in environmental education and their implications for pre-service teacher training. *Environmental Education Research*, *6*(4), 331-345.

Jaén, M. Esteve, P. y Banos-González, I. (2018). Problemáticas ambientales actuales en las que confluyen distintos ciclos biogeoquímicos. Propuesta dirigida a la educación secundaria. Ápice Revista de Educación Científica (En prensa).

Menzel, S. y Bögeholz, S. (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: How do pupils in Chile and Germany perceive resource dilemmas? *Research in Science Education, 39*, 429-447.

Meira, P.Á. (2013). Problemas ambientales globales y educación ambiental: Una aproximación desde las representaciones sociales del cambio climático. *Revista Integra Educativa*, 6(3), 29-64.

Vinculación de la Química Verde con la práctica docente

Pía José González-García, Marionna Espinet y Anna Marbà Tallada

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona

piajo@ug.uchile.cl

Resumen

La Química Verde (QV) comprendida como el desarrollo de metodologías para modificar la naturaleza intrínseca de productos o procesos para reducir los riesgos que estos implican para el ambiente y la salud, se sitúa en el campo educativo relevando aspectos sostenibles para la formación ciudadana y la ética ambiental. El objetivo de la investigación fue analizar los significados atribuidos por docentes al vínculo entre los principios de la QV y el currículum escolar en el marco de un Diplomado de Enseñanza y Aprendizaje de la QV. Los resultados muestran que existe una relación entre la mayor apropiación de los principios de la QV y las vinculaciones curriculares que proponen, mediante problemáticas cotidianas. Esto plantea importantes desafíos en torna a situar a la QV como espacio de diálogo entre situaciones de interés social y los conceptos que trabaja la Química escolar.

Palabras clave: Química Verde, sostenibilidad, didáctica de la química, química y sociedad.

Introducción

Los continuos avances científicos y tecnológicos de este siglo demandan un cambio en la sociedad moderna. Se requieren personas que participen activamente en las decisiones públicas en materia de ciencia y que se responsabilicen de ciertas problemáticas socio-científicas.

Hoy nos enfrentamos al desafío de construir un futuro sostenible y la química puede y debe desempeñar un importante papel. El desarrollo de esta problemática en las clases de ciencias, y particularmente en la formación del profesorado, contribuirá a mostrar una imagen más real, más contextualizada de la química y, al mismo tiempo, a superar algunas reticencias e incomprensiones hacia el papel y la responsabilidad de la química frente a los problemas del planeta (Mascarell & Vilches, 2016). En este marco, aparece la Química Verde, ofreciendo una oportunidad para cimentar una educación sostenible.

Marco teórico

El concepto de Química Verde (QV) nació hace 27 años (Anastas, Han, Leitner & Poliakoff, 2016) y ha impactado en la visión sobre la Química y sus posibles implicancias sobre la sociedad y el ambiente. La QV representa los esfuerzos para rexaminar y rediseñar las herramientas científicas con el fin de producir, transformar y utilizar productos químicos que aumenten la eficiencia y eficacia de los procesos al mismo tiempo que se minimizan los residuos y los daños al ser humano y al ambiente (P. Anastas & Eghbali, 2010).

La QV ha basado su estudio en la formulación de 12 principios como criterios o directrices que proporcionan el marco para el diseño sostenible. Constituyen una construcción general para desarrollar productos químicos y transformaciones químicas más seguras (Anastas & Eghbali, 2010).

Los 12 principios de la QV son los siguientes (Anastas & Warner, 1998): (1) Prevención de los residuos; (2) Economía atómica; (3) Métodos de Síntesis menos peligrosa; (4) Diseño de productos químicos más seguros; (5) Solventes auxiliares más seguros; (6) Diseño para la eficiencia energética; (7) Uso de materias primas renovables; (8) Reducir el uso de derivados; (9) Catálisis; (10) Diseño para la degradación; (11) Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación; (12) Química inherentemente segura, para la prevención de accidentes.

La educación es un aspecto clave para la QV, ya que además de la investigación en el área, se hace necesario e importante formar a las nuevas generaciones –en todos los niveles-– sobre los conceptos asociados a la QV, pues es preciso aprender a tomar en consideración nuevos elementos relacionados con ella.

Si el objetivo es modificar el paradigma de concepción y desarrollo de la Química, es necesario ampliar el foco de acción, no reduciéndolo al ámbito académico universitario, sino que sumando además a la educación primaria y secundaria (Anastas & Kirchhoff, 2002).

En el contexto educativo se han desarrollado estudios que ponen sobre la mesa las temáticas de sostenibilidad y QV (Mascarell & Vilches, 2016; Vilches & Pérez, 2013, 2011), señalando el aporte que la QV puede y debe realizar a la construcción de una Ciencia Sostenible. De la misma manera, muestran el grado de presencia de la QV en textos de secundaria y bachillerato y revistas de investigación y las concepciones sobre la QV de docentes en ejercicio, en formación y estudiantes (Mascarell & Vilches, 2016).

La evidencia recogida a la fecha nos permite levantar conclusiones preliminares sobre los significados otorgados por docentes de primaria y secundaria a la QV, instalándola como: contexto para la enseñanza de la química, medio de apropiación significativo del aprendizaje de la química, motivadora de la conciencia ambiental y reflejo de la Institución y su relación con los docentes (González-García, Pérez-Mendez & Figueroa-Duarte, 2016).

Objetivo de la Investigación

El objetivo de esta investigación es analizar los significados atribuidos por docentes al vínculo entre los principios de la química verde y el currículum escolar.

Metodología

Participantes y contexto

El estudio se realizó con 18 docentes de primaria y secundaria, organizados en 6 grupos de trabajo (3 profesores por grupo) participantes del Diplomado “Enseñanza y Aprendizaje de la Química Verde para la enseñanza de las Ciencias Naturales”, desarrollado por la “Proyección al Medio Externo” (PME) del Centro Interdisciplinario de Líquidos Iónicos (CILIS) (www.cilis.cl) de la Facultad de Ciencias, en alianza con el Programa de Educación Continua para el Magisterio (PEC), de la Facultad de Filosofía y Humanidades, ambos de la Universidad de Chile.

El proceso formativo se llevó a cabo entre los meses de abril y octubre del 2017 y tuvo una duración de 225 horas cronológicas, de las cuales 129 fueron presenciales, 60 horas fueron destinadas al estudio y trabajo personal y 36 horas para el diseño y aplicación en el aula.

El Diplomado contempló clases expositivas, en las que se revisó la relación existente entre los conceptos de cada módulo y la QV y un análisis crítico de la perspectiva de la QV y las posibilidades de inclusión en el currículum nacional; talleres de análisis a través de laboratorios experimentales de aplicación de conceptos de la QV y su vinculación con problemáticas cotidianas, a través de preguntas (lo que se analiza en este estudio); talleres de proyecto para el diseño y elaboración de proyectos de implementación en el aula con actividades teórico-prácticas.

La Figura N°1 muestra los tópicos desarrollados a lo largo del Diplomado (cada uno de ellos se trabajó en dos sesiones de 3 horas cada una), los que contemplan el trabajo de los 12 principios de la Química Verde, por medio de una pregunta, que fue evaluada a través de una rúbrica, cuyos resultados se muestran en este trabajo.

N°	Principio de la Química Verde	Pregunta
1	Prevención de los residuos	¿Por qué se promueve botar el aceite en un recipiente y no en la alcantarilla?
2	Economía atómica	¿Podemos utilizar solo un indicador para analizar cuan verde es un proceso?
3	Métodos de Síntesis menos peligrosa	¿Debes preocuparte del origen de algunas sustancias como edulcorantes?
4	Diseño de productos químicos más seguros	¿Todo lo químico es tóxico?
5	Solventes auxiliares más seguros	¿Puede usar el agua para limpiar cualquier mancha que tenga alguna tela?
6	Diseño para la eficiencia energética	Uso del Microonda, ¿Mito o realidad?
7	Uso de materias primas renovables	¿Los residuos domiciliarios pueden ser una materia prima?
8	Reducir el uso de derivados	¿En qué otras actividades se pueden reducir: las etapas de un proceso, los reactivos, los derivados, el uso de la energía?
9	Catálisis	¿Conoces catalizadores distintos a los de un automóvil?
10	Diseño para la degradación	¿Qué ventajas y desventajas habría si se aplicase en tu ciudad la prohibición del uso de bolsas plásticas?
11	Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación	¿Eres consciente de realizar acciones que reduzcan los impactos negativos en el ambiente?
12	Química inherentemente segura, para la prevención de accidentes.	¿Cuál es el propósito de tener y respetar los protocolos o normas de seguridad ambiental?

Figura 1. Principios de la QV y las preguntas presentadas para cada uno de ellos

Recogida y análisis de datos

De todo el programa se seleccionaron las preguntas señaladas en la Figura N°1, desarrolladas por cada uno de los grupos de docentes que conformaron el Diplomado, es decir, cada grupo generó 12 textos en respuesta a las preguntas planteadas para el trabajo de cada principio

Estos textos fueron analizados por medio una rúbrica, socializada y co-construida con todos los docentes el primer día de clases. La rúbrica contempló 4 criterios: 1. Vinculación con la Química Verde, 2. Vinculación curricular, 3. Claridad y coherencia y 4. Conclusión. Cada uno de ellos con 4 niveles de desempeño con un puntaje asociado (Figura N°2).

Criterio	Niveles de logro			
	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Regular (2)	Necesita Mejorar (1)
Vinculación con la Química Verde: la reflexión da respuesta a la pregunta planteada, vinculándola con la Química Verde (QV).	La reflexión da respuesta a la pregunta, vinculando de forma explícita los principios de la QV. Utiliza claramente los principios de la QV para describir soluciones a la problemática planteada.	La reflexión da respuesta a la pregunta, nombrando pertinentemente principios de la QV. Utiliza, en ocasiones, los principios de la QV para describir soluciones a la problemática.	La reflexión da respuesta a la pregunta, nombrando de manera confusa principios de QV. Describe soluciones a la problemática, sin vincular los principios.	La reflexión necesita mejoras para responder la pregunta planteada. Carece de vinculaciones con los principios de la QV.
Vinculación curricular: describe vinculaciones curriculares a partir de la problemática.	Describe vinculaciones curriculares en torno al tema tratado y actividades de aula para trabajar la problemática.	Describe y/o nombra espacios curriculares o actividades de aula donde trabajar la temática abordada.	Describe espacios curriculares donde trabajar la temática planteada, pero estos no representan total concordancia.	Carece tanto de vinculaciones curriculares como de actividades de aula para trabajar la temática.
Claridad y coherencia: la reflexión presenta claridad y coherencia al exponer las ideas en todo el párrafo.	La reflexión mantiene una relación entre cada idea en base a un tema central en todo el texto. Todos los argumentos tienen relación con la problemática planteada.	La reflexión presenta una idea principal y relaciones entre cada idea en la mayoría del texto. La mayoría de los argumentos tienen relación con la problemática planteada.	La reflexión presenta una idea central, pero las relaciones entre cada idea son confusas. Algunos argumentos tienen relación con la problemática planteada.	La reflexión necesita mejorar la focalización de la idea central, pues los argumentos planteados son difusos.
Conclusión: La reflexión entrega una conclusión para responder a la pregunta.	La reflexión aporta una conclusión pertinente a las ideas y argumentos presentados.	La reflexión presenta una conclusión para responder la pregunta, en base a algunos de los argumentos planteados.	La reflexión presenta una conclusión no alineada con los argumentos e ideas planteados.	La reflexión carece de una conclusión observable.

Figura 2. Rúbrica para el análisis de cada una de las preguntas

Resultados

Se analizaron los 12 textos generados por los 6 grupos de docentes como respuesta a las 12 preguntas planteadas para trabajar cada uno de los principios de la QV, por medio de la rúbrica señalada anteriormente (Figura N°2). La Figura N°3 muestra los promedios obtenidos por todos los grupos en las 12 preguntas y en la Figura N°4 se puede observar el desglose por pregunta de cada uno de los criterios de la rúbrica.

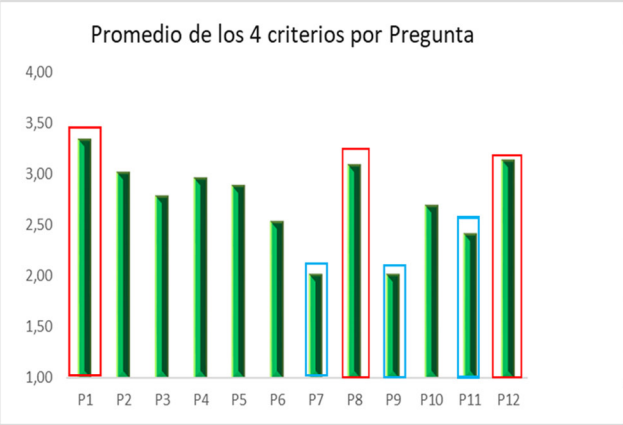


Figura 3. Gráfico del promedio de los 4 criterios, por Principio/Pregunta

Preguntas	Vinculación QV	Vinculación curricular	Claridad y coherencia	Conclusión	Promedio de los 4 criterios
P1	3,5	3,5	3,8	2,5	3,3
P2	3,2	2,8	3,5	2,5	3,0
P3	2,8	3,0	3,3	2,0	2,8
P4	3,3	3	3,3	2,2	3,0
P5	2,5	3	3,5	2,5	2,9
P6	2,8	2,5	3	1,8	2,5
P7	3	1	3	1	2,0
P8	3,8	3,2	3	2,3	3,1
P9	2,2	2	2,2	1,6	2,0
P10	3,2	2,3	3	2,2	2,7
P11	2,6	2	3	2	2,4
P12	3,5	3,2	3,3	2,5	3,1
Promedio por criterio	3,0	2,6	3,2	2,1	2,7

Figura 4. Promedio por criterio de las respuestas de los 6 grupos

A partir del análisis de la sistematización de la rúbrica, se puede observar que el criterio con mayor puntaje (3,2) corresponde a la claridad y coherencia de la respuesta, pues tal y como lo establece el descriptor de este criterio la mayoría de los textos presenta una idea central y los argumentos tienen relación con la temática planteada, aun cuando algunos de ellos necesitan mejorar en la vinculación con los principios de la QV y el currículum escolar.

El criterio "Conclusión", es decir, si el texto entrega una conclusión para responder a la pregunta, es el más descendido (2,1), lo que se observa en las 12 problemáticas planteadas.

Con respecto al criterio de vinculación con los principios de la QV, se observa un mayor puntaje (3,0), que el referido a la vinculación curricular de las temáticas planteadas (2,6). Las respuestas son abordadas, mayoritariamente, desde la tradición y el conocimiento científico, incorporando la QV, pero no en la totalidad de los textos, lo que aparentemente genera dificultades en el proceso de vinculación curricular.

En rojo se observan los textos que obtuvieron los mayores puntajes, es decir, principios: 1 "Prevención de residuos", 12 "Química inherentemente segura para la prevención de accidentes" y 8 "Reducir los derivados". Algunos extractos de las respuestas para estos principios fueron (Figura N°5):

"...el aceite es extremadamente contaminante del agua, se recomienda almacenar el aceite en recipientes, para luego llevarlo a contenedores de reciclaje, o empresas autorizadas y concientizar a la comunidad..."" ...esto se puede relacionar con el principio de prevención de la contaminación y el OA 5 de 3°: Explicar la importancia de usar adecuadamente los recursos, proponiendo acciones y construyendo instrumentos tecnológicos para reutilizarlos, reducirlos y reciclarlos en la casa y en la escuela, se puede relacionar con el reciclaje del aceite y la prevención de desecharlo en la alcantarilla ya que este puede contaminar las aguas y el suelo..." "...también se puede relacionar con el OA 3 de 6°: Analizar los efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias, analizando el daño producido por el hombre, al eliminar desechos irresponsablemente al medioambiente, y como puede afectar, las redes alimentarias, como por ejemplo: contaminar ríos, océanos, suelos, aire..." (P1, G6)

Figura 5. Extracto de la respuesta a la Pregunta 1/Principio 1

En celeste se observan aquellas respuestas que obtuvieron los menores puntajes, principios: 7 “Uso de materias primas renovables”, 9 “Catálisis” y 11 “Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación”. Algunas respuestas para estos principios fueron (Figura N°6):

“…es posible observar catalizadores diferentes a los de un automóvil por ejemplo en nuestro organismo, ya que ocurren muchas reacciones química en nuestro metabolismo y estas son ayudadas por las enzimas que son catalizadores biológicos. Se puede aplicar en 3° M en la asignatura de química, Aprendizaje Esperado 7: explicar los principales factores que influyen en la velocidad con que transcurren diferentes reacciones químicas en los entornos…” (P7, G2)

Figura 6. Extracto de la respuesta a la Pregunta 7/Principio 7

Conclusiones

Las respuestas reflejan la adquisición de una terminología asociada a las Ciencias Naturales, la reflexión con respecto a las prácticas experimentales y la actualización y/o apropiación de aprendizajes asociados a la Química.

La vinculación de las problemáticas planteadas con la QV y el currículum están presentes en la mayoría de los textos analizados, en mayor o menor nivel, lo que hace posible concluir que la formación en el área de la QV instala dos dimensiones: la primera corresponde a la visión técnica de la QV y da cuenta del enriquecimiento a nivel discursivo respecto de las respuestas a las preguntas planteadas, pues en todos los niveles de desempeño es observable el entramado conceptual de los principios de la QV.

En segundo lugar, se complementa el enriquecimiento a nivel pedagógico con la reflexión didáctica y social que develaron las respuestas, a pesar de que la vinculación curricular obtuvo un menor porcentaje que la vinculación con la QV, esta se encuentra presente en la mayoría de los textos analizados.

La investigación realizada permitió instalar un vínculo entre la Química y el currículum, es decir, situar a la QV como espacio de diálogo entre situaciones cotidianas y de interés social con los mismos conceptos que trabaja la Química a nivel curricular. Con esto, responder a la necesidad de formar ciudadanos reflexivos que puedan tomar decisiones respecto a ámbitos de la vida diaria y a los fenómenos que ocurren a nivel global, que hasta ahora han sido considerados “netamente químicos”, haciéndose cargo a nivel formativo de la situación ambiental que impacta a escala global y que los procesos pedagógicos orientado a los ciudadanos y ciudadanas del siglo XXI no puede soslayar.

Bibliografía

Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chem. Soc. Rev.*, *39*(1), 301–312. https://doi.org/10.1039/B918763B

Anastas, P., Han, B., Leitner, W., & Poliakoff, M. (2016). “Happy silver anniversary”: Green Chemistry at 25. *Green Chem.*, *18*(1), 12–13. https://doi.org/10.1039/C5GC90067K

Anastas, P. T., & Kirchhoff, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*, *35*(9), 686–694. https://doi.org/10.1021/ar010065m

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry : theory and practice*. Oxford University Press. Retrieved from http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=176026&indexSearch=ID

González-García, P. J., Pérez-Mendez, C., & Figueroa-Duarte, S. (2016). La enseñanza de la química desde la perspectiva de la Química Verde-The teaching of chemistry from the perspective of Green Chemistry. *Revista Científica*, *1*(24), 24. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a3

Mascarell, L., & Vilches, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Ensenanza de Las Ciencias*, *34*(2), 25–42. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1688

Vilches, A., & Pérez, D. G. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo / Sustainability Science: A New Knowledge Domain to which Chemistry and Chemistry Education are contributing - v24n2a4.pdf. *Educacion Quimica*, *24*(2), 199–206. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72463-7

Vilches, A., & Pérez, G. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible 1, *22*(2), 103–116.

Los problemas del mundo: la mirada de maestros en Colombia

Carmen Solís-Espallargas[1] y Carlos Humberto Barreto Tovar[2]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. España. [2]Maestría en Pedagogía. Énfasis en Docencia para el Desarrollo del Pensamiento Científico. Universidad de La Sabana. Colombia
carmensolise@us.es

Resumen

Se presenta un estudio con una muestra de maestras y maestros en ejercicio estudiantes de la Maestría en Pedagogía de la Universidad de La Sabana (Chía – Cundinamarca), sobre sus percepciones de las problemáticas del mundo y en qué grado las problemáticas socioambientales se encuentran entre sus prioridades como problemas importantes utilizando para el análisis de los datos una metodología cualitativa. Los datos nos revelan una preocupación de la problemática marcada por su carácter social destacando la violencia como mayor preocupación, prioridad por problemas locales frente a globales y una alta frecuencia de problemáticas ambientales entre las que destaca la contaminación ambiental.

Palabras clave: Problemática socioambiental; formación de docentes en ejercicio; educación ambiental; sostenibilidad.

Marco teórico

Para el contexto de Colombia, según la Ley 99 de 1993, los ministerios de Educación Nacional y del Medio Ambiente deben coordinar acciones en lo relativo a la educación ambiental. Desde el año 2002, la Política de Educación Ambiental de Colombia plantea que la estrategia a seguir hace énfasis en lo integral; es decir, se entiende lo ambiental como un asunto político, económico, social y cultural (Bermúdez, 2003). Lara, (1996), citado por Duarte y Valbuena (2014), plantea que para Colombia en el marco del proyecto auspiciado por la OEI sobre Educación Ambiental en Iberoamérica, la Reunión Técnica celebrada en 1996 en Villa de Leyva, realizó una descripción de las características de formación en Educación Ambiental, planteando criterios y estrategias metodológicas y proponiendo un perfil de los educadores ambientales, concluyendo en recomendaciones que describen lo necesario para encontrar estrategias de formación que permitan a los educadores construir su propio discurso pedagógico. Duarte y Valbuena (2014) destacan a partir de una revisión, que, en las publicaciones especializadas en Educación Ambiental, hay pocos trabajos que tienen como objeto la formación en profesores en este campo. Se evidencia la necesidad de definir directrices y políticas en la formación de profesores en el campo de la Educación Ambiental, dada la incidencia de las prácticas de los docentes en la población de niños y adolescentes y por ende en la sociedad.

El significado de los términos desarrollo sostenible, sostenibilidad, educación para el desarrollo sostenible y educación ambiental han sido objeto de amplias discusiones como pueden encontrarse buenas aportaciones en Girault y Sauvé, 2008; Vilches, Gil y Cañal, 2010. En este artículo

los autores entendemos la sostenibilidad desde una perspectiva holística y con un carácter pluridimensional en el que "El concepto se refiere a la reconciliación de la justicia social, la integridad ecológica y el bienestar de los sistemas vivientes en el planeta; el objetivo es crear un mundo justo desde el punto de vista social y ecológico con los medios de la naturaleza sin comprometerla para las futuras generaciones. Sostenibilidad también se refiere al proceso o estrategia que nos lleva a un futuro sostenible" (Moore, 2005, p. 78).

Este enfoque pluridimensional nos lleva a una visión de los problemas socioambientales y al planteamiento de una Educación Ambiental que supone:

"• Una nueva manera de dirigir el análisis sobre nuestro entorno con la continua búsqueda de las articulaciones e interdependencias entre los diversos conocimientos.

• Una forma de dar respuesta a problemas socioambientales que son complejos, paradójicos, ambiguos, llenos de incertidumbre y de imprecisión.

• Una concepción sistémica a la hora de describir nuestro mundo, entendido como un sistema de sistemas, como una organización a la vez física, biológica y social. Son las interacciones las que generan la organización del sistema" (Solís-Espallargas, p.39, 2012).

Al referirnos a la problemática socioambiental entendemos la variable ambiental como una más entre otras muchas, de manera que puede aplicarse a problemas tan diversos como la cuestión demográfica, los desastres ecológicos, la desigual distribución de los recursos, las diferencias sociales, culturales y científicas, la necesidad de que haya una justicia social o la paz en el mundo.

Para el tratamiento significativo de la problemática socioambiental en las escuelas resulta imprescindible un conocimiento profesional del profesorado que integre por un lado el conocimiento académico que reside en la formación y adquisición de conocimientos socioambientales y pedagógicos por otro lado el conocimiento que se adquiere de la experiencia y que ayuda a desarrollar competencias relacionadas con el saber hacer y por último con la propia cosmovisión del docente que reside en el compromiso ético con los problemas sociales y la sostenibilidad global y ambiental (García, 2004). Concretamente en este trabajo nos hemos centrado en investigar parte de la cosmovisión que tienen los maestros y maestras en ejercicio sobre la problemática del mundo, cuáles son los problemas más significativos para ello y cuáles son los más prioritarios, cosmovisión formada por la propia historia personal y percepción del mundo. El grado de conocimiento, importancia e implicación que tenga el docente sobre los problemas del mundo resultará crucial para el desarrollo de competencias y su tratamiento de manera significativa en las aulas.

Metodología

En este trabajo presentamos parte de una investigación más amplia, cuyo objetivo concreto persigue la identificación y el análisis de las ideas que tienen las maestras y maestros en ejercicio egresados de la Maestría en Pedagogía de la Universidad de La Sabana (Chía – Cundinamarca), sobre los problemas del mundo, en qué medida aparecen problemáticas ambientales y sociales y qué prioridad por orden de importancia les asignan a los problemas. Para la investigación, se contó con 175 profesores encuestados entre los 27 y 50 años, la mayoría mujeres, docentes en ejercicio de educación inicial, básica y media de Bogotá y Cundinamarca (centro de Colombia). Los profesores se encuentran entre los estratos 2 y 3[1], en su mayoría pertenecen a colegios

1 Los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar las viviendas y/o los predios son 6, denominados así: 1. Bajo-bajo 2. Bajo 3. Medio-bajo 4. Medio 5. Medio-alto 6. Alto. De éstos, los estratos 1, 2 y 3 corresponden a estratos bajos que albergan a los usuarios con menores recursos, los cuales son beneficiarios de subsidios en los servicios públicos domiciliarios (DANE, s.f.).

Tabla 1. Sistema de categorías y subcategorías

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	FRECUENCIA
1. PROBLEMAS AMBIENTALES	1.1. Cambio climático	24
	1.2. Contaminación ambiental	65
	1.3. Escasez de recursos	35
	1.4. Crisis ambiental	32
	1.5. Medio Ambiente	38
	1.6. Sobrepoblación	9
2. CONFLICTOS	2.1. Personales	5
	2.2. Violencia	120
	2.3. Ausencia de paz	13
	2.4. Conflictos	6
3. PROBLEMAS SOCIALES	3.1. Crisis de valores	71
	3.2. Pobreza	64
	3.3. Desigualdad	29
	3.4. Falta de seguridad	11
	3.5. Falta de trabajo	14
	3.6. Ilegalidad	1
	3.7. Injusticia Social	3
	3.8. Crisis económica	3
	3.9. Discriminación	7
	3.10. Problemas de la infancia	2
	3.11. Migración	1
4. PODER	4.1. Abuso de poder	10
	4.2. Corrupción	28
	4.3. Poder económico	1
5. EDUCACIÓN	5.1. Falta de educación	4
	5.2. Problemas en la educación	26
6. SALUD	7.1. Falta de Salud	7
	7.2. Sistema de salud	2
7. GLOBALIZACIÓN		3
8. POLÍTICA		8
9. OTRAS	9.1. Contratos sociales	1
	9.2. Falta de cultura	1
	9.3. Distorsión de la información	1
	9.4. Drogas	12
	9.5. Explotación	1
	9.6. Inseguridad	1
	9.7. Mal uso de la tecnología	4
	No válidas/no categorizados	33

públicos, de sector urbano y rural y son becarios beneficiados de la Secretaría de Educación de Bogotá o del Ministerio de Educación Nacional. La mayoría de los participantes tienen un nivel de formación de licenciados en educación y profesionales que no tienen formación inicial en la educación. Todos los participantes son maestros y maestras con experiencia docente y se encuentran estudiando la Maestría en Pedagogía.

Hemos asumido una metodología cualitativa mediante el uso de un cuestionario elaborado a partir del resultado de las acciones formativas de años anteriores y validado por cuatro expertos en Educación Ambiental formado por catedráticos y profesores titulares de Universidad. El cuestionario se diseña con la intención de recoger las concepciones que tienen los docentes en ejercicio y formación acerca de educar en la sostenibilidad. Concretamente en este trabajo presentamos el análisis y resultados de una de una de las preguntas caracterizada por ser semi-abierta en la que se les preguntó por los problemas del mundo prioritarios para ellos, así como su nivel de preocupación. La pregunta se les presentó redactada de la siguiente forma: "En los medios de comunicación hay continuas referencias sobre los problemas del mundo; indica los 5 problemas que te preocupan más, ordénalos de mayor a menor preocupación".

Resultados

Para el proceso de organización y análisis de la información realizamos los siguientes pasos:

- Vaciado de la información y organización de los datos
- Negociación y formulación de las categorías de análisis (inicial).
- Aplicación de las categorías emergentes a los datos.
- Triangulación de los datos.
- Cierre del sistema de categorías mediante triangulación con un 100% de acuerdo entre los investigadores.

En la Tabla 1 presentamos el sistema de categorías y subcategorías y, a continuación, el análisis de los resultados en el que se presentan categorizados un total de 695 problemas. Hemos

optado por analizar las variables ambiental y social en dos categorías separadas para facilitar el análisis teniendo en cuenta para la elaboración de conclusiones el enfoque holístico y pluridimensional desde el que nos situamos sobre la problemática socioambiental.

En la Figura 1 presentamos las frecuencias de los problemas organizados por categorías en la que se puede observar que la categoría Problemas Sociales tiene la mayor frecuencia seguida de Problemas ambientales y en tercer lugar Conflictos.

GENERAL. TODOS LOS RESULTADOS - RESPUESTAS.		
CATEGORÍAS	***FREC.***	***%***
PROBLEMAS SOCIALES	271	31,6%
PROBLEMAS AMBIENTALES	239	27,9%
CONFLICTOS	168	19,6%
PODER	50	5,8%
SIN CATEGORÍA	41	4,8%
EDUCACIÓN	38	4,4%
OTRAS	23	2,7%
SALUD	12	1,4%
POLÍTICA	11	1,3%
GLOBALIZACIÓN	4	0,5%
	857	100,0%

Figura 1. Problemas organizados por categorías. Frecuencias y porcentajes

En la Figura 2 presentamos el análisis por subcategorías. Para la interpretación de los datos hemos considerado significativo aquellos problemas que son mencionados al menos por el 15% de los encuestados.

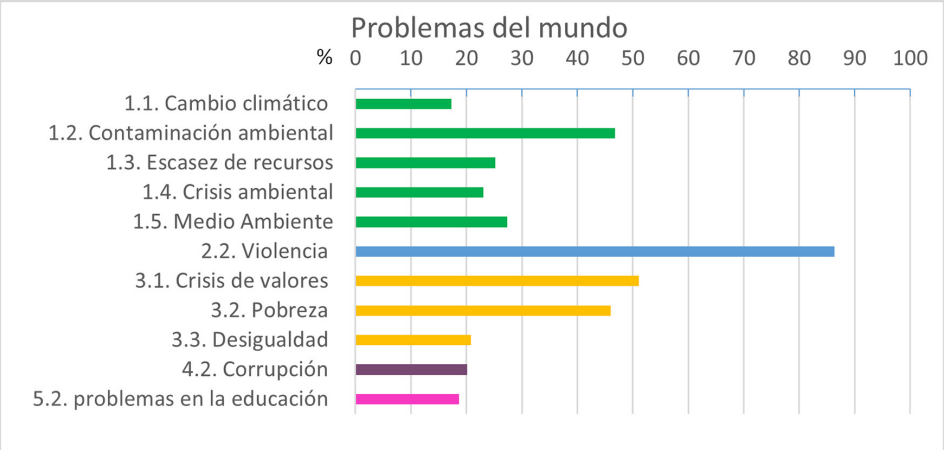


Figura 2. Problemas del mundo por subcategorías

Como se puede apreciar en la gráfica el problema de la Violencia es mencionada por el 86 % de los encuestados. Es resaltable que la categoría 1 problemas ambientales es la categoría que está más presente. Es de destacar que casi la mitad de los problemas mencionados de forma significativa correspondan a problemas ambientales destacando la contaminación ambiental como el problema más citado seguido de la mala situación del medio ambiente en general, la escasez de recursos, la crisis ambiental y el cambio climático en último lugar. Destacan el problema de la crisis de valores y la pobreza dentro de la categoría de problemas sociales como problemas significativos. Por último, señalar el problema de la educación como problema significativo (19%).

Los resultados que exponemos a continuación corresponden con el análisis de la segunda parte de la pregunta en la que se les pide que ordenen los problemas de mayor a menor preocupación para ellos. En la siguiente Figura 3 presentamos los resultados organizados por categorías de los problemas que aparecen en primer nivel de preocupación.

RESULTADOS PRIMERA COLUMNA. MAYOR IMPORTANCIA, PRIMERA RESPUESTA,		
CATEGORÍAS	FREC.	%
PROBLEMAS AMBIENTALES	69	39,7%
CONFLICTOS	48	27,6%
PROBLEMAS SOCIALES	37	21,7%
PODER	12	6,9%
OTRAS	4	2,3%
SIN CATEGORÍA	3	1,7%
EDUCACIÓN	1	0,6%
	174	100%

Figura 3. Mayor relevancia a los problemas ambientales

Como se puede observar la categoría Problemas ambientales tiene más frecuencia de problemas en el nivel 1 de preocupación (que corresponde con el nivel más prioritario o importante para los encuestados), le sigue la categoría Conflictos y en tercer lugar Problemas sociales.

Conclusiones

En primer lugar, destacamos la categoría Problemas sociales como la categoría con mayor frecuencia de un total de 695 problemas analizados por los que muestran en sus respuestas un marcado carácter social. Esto puede deberse al alto porcentaje de maestros y maestras que ejercitan su labor docente en colegios ubicados en contextos de estratos sociales 2 y 3 que corresponden con niveles socioeconómicos bajos en los que experimentan en primera persona los problemas sociales que mencionan.

En segundo lugar, del análisis por subcategorías resaltamos los problemas ambientales como problemas con mayor frecuencia de repetición entre los que destacan por este orden la contaminación ambiental, los problemas generales del medio ambiente y la escasez de recursos. Resulta interesante que la contaminación ambiental sea el más recurrente pudiéndose deber a que es un problema local frente a problemas globales como el cambio climático que se sitúa en quinto lugar. Continuando con el análisis de las subcategorías hemos de destacar el problema de la violencia como el más señalado entre todos de forma significativa. El contexto en el que se encuentre el maestro y se desarrolla la acción educativa resulta determinante para establecer prioridades a la hora de abordar los problemas del mundo y decidir cuáles forman parte del programa educativo. En este caso la violencia en Colombia se percibe como uno de los aspectos determinantes en la cultura del país en el que los profesores desde sus vivencias y acciones en la escuela no son ajenos a una realidad a nivel nacional y local pero que trabajan por la paz.

Por último, destacamos el problema de la crisis de valores como un problema que revela la necesidad de un cambio en la comprensión de las relaciones del ser humano con su entorno hacia una reflexión centrada en la crítica a los valores actuales que conducen a las degradaciones sociales y ambientales y encaminadas a la construcción de una nueva ética.

En definitiva, Estas conclusiones nos orientan para establecer estrategias formativas en educación ambiental basándonos en las carencias detectadas. Entre ellas destacamos la necesidad de complementar la formación en educación ambiental de los maestros desde un enfoque biocén-

trico, ofrecer estrategias para educar en valores socioambientales, así como mejorar la formación complementaria de los maestros para desarrollar el enfoque complejo en el tratamiento de la problemática socioambiental. Además, nos dan orientaciones sobre el grado de conocimiento, importancia y posible implicación que pueden tener las maestras y maestros con relación al tratamiento de los problemas del mundo en las aulas, resultados que nos orientan en la reformulación de programas de formación de profesorado para el desarrollo de competencias para la sostenibilidad y su tratamiento de manera significativa en las aulas.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a Sharit Vega por su colaboración en la investigación.

Bibliografía

Bermúdez O. (2003). Cultura y Ambiente. La educación ambiental, contexto y perspectivas. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Colombia.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de https://www.dane.gov.co

Duarte J. y Valbuena E. (2014). *Referentes de la formación de profesores en educación ambiental. Revisión de antecedentes 2000-2012*, Vol. 14, N.° 2, pp. 27-36.

García Díaz, J. E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad: una propuesta integradora* (No. 504: 37.02). Díada.

Girault, Y., & Sauvé, L. (2008). L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable. Croisements, enjeux et mouvances.

Lara, M. (1996). «Informe sobre los proyectos de educación ambiental no formal». Revista Iberoamericana de Educación, 11 pp. 153-169.

Moore, J. (2005). Is higher education ready for transformative learning? A question explored in the study of sustainability. *Journal of Transformative Education,* 3 (1), pp.76-91.

Solís-Espallargas, C. (2010). *Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible Intercultural desde un enfoque de género.* Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla.

Vilches, A., Gil, D., & Cañal, P. (2010). Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. *Revista de Investigación en la Escuela*, (71), pp. 5-15.

Preocupación medioambiental en el alumnado universitario

María Eugenia Mediavilla
Estudiante de Doctorado en Medio Ambiente y Sociedad. Universidad Pablo de Olavide
memedsos@alu.upo.es

Resumen

La preocupación medioambiental puede definirse como una sensibilidad vinculada a valores y creencias favorables al cuidado y protección del ambiente. Al evaluarse la misma, se lo puede hacer en términos absolutos como relativos. Ambas mediciones fueron realizadas en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba (UCO) en el mes de mayo del 2017, a través de un total de 531 encuestas autoadministradas que respondió el alumnado del 1° al 4° curso de las tres titulaciones de Educación, futuros y futuras maestras. Se encontró que existe un significativo nivel de conciencia ambiental en términos de sensibilidad e interés por el estado actual del medio ambiente, pero que no forma parte de las preocupaciones prioritarias del alumnado.

Palabras clave: Sensibilidad Medioambiental; Valores Proambientales; Universidad; Educación Ambiental; Maestras y maestros.

1. Introducción

La presente comunicación se propone dar a conocer el estado de situación de la sensibilidad medioambiental en el alumnado universitario de magisterio de la Universidad de Córdoba (UCO) en España. La preocupación por el estado del ambiente forma parte de la conciencia ambiental, un concepto más abarcativo y multidimensional que interrelaciona conocimientos, creencias, valores, actitudes y conductas referidas al cuidado y protección del medio ambiente (Gomera 2011).

El alumnado del 1° al 4° curso de las tres titulaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UCO (Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Social), es un actor clave a tener en consideración a la hora de generar entusiasmo por el conocimiento ambiental y hábitos de consumo respetuosos con el medio, por ser el futuro docente tanto de ámbitos formales como informales, en el marco de entender a la educación como proceso que propende al desarrollo de una personalidad autónoma y socialmente integrada y a la docencia como disciplina dedicada a la enseñanza.

2. Marco teórico

2.1 Conciencia ambiental

La conciencia ambiental es un término multidimensional que podría definirse sintéticamente como un conjunto de conocimientos, experiencias y vivencias que las personas utilizan activamente en su relación con el medio ambiente (Febles, 2004).

Dunlap, uno de los referentes pioneros en materia de investigación sobre sociología ambiental en los Estados Unidos, y Jones, definen la misma como “el grado en que las personas son cons-

cientes de los problemas relativos al medio ambiente como así también el grado de apoyo a los esfuerzos para resolverlos, y a la disposición a contribuir personalmente a su solución" (Jones y Dunlap, 2002, p. 485).

Otro de los esquemas conceptuales referentes en materia de conciencia ambiental es el propuesto por Corraliza, Martín, Moreno y Berenguer, quienes la definen como "el conjunto de imágenes y representaciones que tienen por objeto de atención el medio ambiente o aspectos particulares del mismo, tales como la disminución de especies, la escasez de recursos naturales, la calidad ambiental en su conjunto, entre otros muchos temas" (2004, p. 106).

Jiménez y Lafuente definen la conciencia ambiental como "determinados procesos asociados a las acciones que intentan reducir el impacto ambiental de la acción humana" (2010, p. 122), esto es, la forma que tienen las personas de interpretar el mundo a través de constructos psicológicos, sean creencias, actitudes, valores y comportamientos, y actuar en consecuencia, en materia ambiental.

2.1.1 Sensibilidad ambiental

Uno de los componentes de la conciencia ambiental es la sensibilidad medioambiental, la cual se define como el grado de adhesión a creencias y valores afines al cuidado y respeto hacia el entorno, así como el conjunto de sentimientos de preocupación y la estimación de la gravedad o importancia de los diferentes problemas ambientales.

Al respecto, Báez sostiene que "la sensibilidad ambiental muestra cómo los problemas del medio conciernen al individuo, en calidad de interés, afectación, preocupación o receptividad hacia las problemáticas medioambientales" (2016, p. 369).

Este componente de la conciencia ambiental es de suma relevancia ya que el conjunto de nuestras creencias representa la manera que tenemos de ver el mundo, configura nuestras experiencias de vida, pudiendo condicionar nuestras acciones, deseos y objetivos, e influyen en el sentido que le otorgamos al funcionamiento del mundo (Murray, 2011).

Las creencias son definidas como un conjunto de conceptos, opiniones, ideas, informaciones, percepciones y afirmaciones sobre la naturaleza de un fenómeno (Acebal, 2010). En particular, las creencias ambientales son estructuras que guían los procesos cognitivos y motivacionales, contribuyendo a la comprensión de los valores, actitudes y comportamientos que tienen las personas en su relación con el ambiente.

Los valores por su parte, son juicios adquiridos a lo largo de nuestras vidas, que comenzamos heredando de personas cercanas pertenecientes al entorno familiar y de instituciones, tales como el sistema educativo mayoritariamente, instituciones religiosas, políticas o sociales; y que terminamos de construir a partir de las experiencias personales que se van sucediendo a lo largo de la vida (Murray, 2011).

Tanto las creencias como los valores están interrelacionados, se justifican entre sí y se complementan, conformando los paradigmas, o modos de ver y entender las realidades que se perciben. Las creencias se configuran como informaciones sobre lo que la realidad es, mientras que los valores configuran como la realidad debiese ser. Por esta razón, "la jerarquización de los valores personales relacionados con el respeto al medio ambiente influye decisivamente en los sentimientos de preocupación y la estimación de gravedad de los diferentes problemas ambientales" (Gomera, 2011, p. 40).

Las futuras maestras y maestros tienen un papel muy importante en el ámbito escolar en esta fase de internacionalización de creencias y valores. Ellas y ellos generan espacios de reflexión, dan lugar a los cuestionamientos, incentivan el desarrollo cognitivo, personal, afectivo y relacional del alumnado, para que éste sea autónomo y pueda construir su propio conocimiento.

Ahora bien, que los futuros educadores tengan competencias para el ejercicio de la docencia en materia ambiental no se garantiza a partir de su sensibilidad por el ambiente, pero es una condición necesaria para que decidan formarse y puedan ser educadores en esta área. Siendo la educación el medio más adecuado para construir la personalidad del alumnado, desarrollar al máximo sus capacidades, conformar la propia identidad personal y configurar la comprensión de la realidad, integrando la dimensión cognoscitiva, la afectiva y la axiológica, de acuerdo al Preámbulo de la Ley Orgánica 2/2006 de Educación, es de relevancia indagar sobre el afecto que tienen por el ambiente los futuros y futuras maestras.

3. Metodología

Se llevó a cabo un estudio cuyo diseño de investigación ha sido descriptivo, no experimental, correlacional y ex post facto. La población objeto de estudio ha sido el alumnado matriculado en las diferentes titulaciones de grado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba durante el curso 2016-2017 (N=2051 alumnos).

A partir de esta información se ha seleccionado la muestra de sujetos participantes, representativa de la población anteriormente definida, a fin de poder generalizar los resultados infiriendo las propiedades de la muestra seleccionada a la población total (Bisquerra, 2000). El tamaño de muestra mínimo para la población fue de 333 sujetos, según lo mostrado por Arkin y Colton (1967), asumiendo un nivel de error de un 5% en el ámbito de las Ciencias Sociales. La muestra resultante ascendió a un total de 531 participantes.

Uno de los interrogantes que ha guiado la investigación, y que se quiere dar a conocer a través de esta comunicación, ha sido:

- Analizar los niveles de preocupación medioambientales del alumnado de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba, en términos absolutos y relativos.

Para responder a tal finalidad, se construyó un cuestionario autoadministrado en formato protocolo de valoración escalar a partir de diferentes momentos de construcción y validación: diseño teórico, juicio de expertas y expertos y pilotaje.

4. Resultados

El programa informático utilizado para procesar el conjunto de datos recogido en los cuestionarios ha sido el SPSS versión 22. Tal como se mencionara recientemente, se obtuvo una mayor cantidad de información sobre la población con la que se trabajó, pero a los fines de esta ponencia se expondrán los relativos a la sensibilidad ambiental en términos absolutos y relativos del alumnado de la UCO.

Dos preguntas del cuestionario de un total de 31, arrojan luz sobre el objetivo presente. Una de las mismas inquiere en si la persona ecuestada considera a la problemática ambiental como una de las principales en la actualidad. Esta pregunta es de tipo valorativa, con pauta de respuesta escalar del 1 al 5 según el grado de desacuerdo o acuerdo, donde el 1 significa “muy en desacuerdo” y el 5 “muy de acuerdo”. La otra solicita que se ordenen en función de la preocupación un listado de temáticas actuales.

Los resultados para la primera pregunta muestran una media escalar de 4,01 puntos, lo cual significa que la mayoría del alumnado, en términos absolutos, está acuerdo con la problemática ambiental como uno de los principales problemas actuales, mostrando gran sensibilidad y preocupación por el deterioro ambiental.

Ahora bien, cuando a los participantes se les solicita ordenar en función de la preocupación una lista de temas, los resultados son los que se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 1: Temáticas actuales ordenadas en función de los mayores niveles de preocupación del alumnado

Temas	f	%
Educación	353	66,5
Salud	336	63,3
Paro	223	42,0
Economía	120	22,6
Ecología	85	16,0
Política	75	14,1
Seguridad ciudadana	66	12,4
Vivienda	63	11,9
Inmigración	25	4,7
Cultura y deporte	24	4,5
Infraestructuras	7	1,3

Del total de temas listados, los resultados muestran que el 66,5% del alumnado ha elegido la educación, seguido por la salud con el 63,3% y por el paro (42,0%) como los tres temas más preocupantes de la actualidad. La ecología queda en un quinto lugar, elegida por un 16% del total del alumnado.

5. Conclusiones

Con respecto a los niveles de preocupación y sensibilidad medioambientales del alumnado objeto de estudio, se observó que mayoritariamente se presenta una perspectiva pesimista en relación con la gravedad de la problemática medioambiental, lo cual significa que existe un alto grado de preocupación por la misma. Se constata además que son minoritarias las perspectivas optimistas que restan gravedad o importancia al asunto.

Ahora bien, cuando se comparan los problemas medioambientales con otras problemáticas de tipo económico, político o social en sentido estricto, tales como la educación, el paro y la salud, éstas se vuelven más prioritarias para el alumnado sujeto de la investigación.

En el primer caso, la media escalar obtenida de 4,01 puntos confirma que el alumnado tiende a estar mayoritariamente de acuerdo con la afirmación que considera la problemática ambiental como una de las principales en la actualidad. Pero por otro lado, cuando se listan otras problemáticas, sólo el 16% del alumnado elige la ecología como uno de las temáticas que más le preocupan.

En este aspecto, Báez sostiene, aplicado a la sociedad española y citando a Gómez Benito et al. (1999, p. 117, cit. en Báez, 2016, p. 375) que “la sensibilidad por los problemas ambientales está instalada en la conciencia de una parte mayoritaria de la población, pero sin que forme parte de sus prioridades”.

En el mismo sentido, De Esteban (2000, p. 120, cit. en Báez, 2016, p. 375) concluye que “en términos absolutos, la preocupación por el deterioro medioambiental es muy destacada por la población española. Sin embargo, en términos relativos, al compararla con otros problemas de carácter económico y social, la problemática ambiental no está tan valorada”.

De igual modo, Corraliza expresa una contradicción entre los datos sobre la necesidad de preservar el medio ambiente y fomentar el desarrollo económico, en tanto a nivel social por un lado, hay un considerable grado de acuerdo sobre la protección al ambiente, y por el otro, existe una mayor preocupación por la economía y el paro (Corraliza y Berenguer, 2000).

Los resultados de esta investigación confirman los estudios antes mencionados, específicamente en el alumnado de la Facultad de Ciencias de la Educación, dado que al evaluarse en términos absolutos la preocupación por el medio ambiente, se ha concluido que existen niveles elevados de sensibilidad ambiental, pero la evaluación general en donde se incluyen más problemáticas actuales arroja un ordenamiento de preferencias en donde la problemática ambiental ya no es la prioridad.

6. Referencias bibliográficas

Acebal, M. C. (2010). Conciencia Ambiental y Formación de Maestras y Maestros (Tesis Doctoral). Universidad de Málaga, Málaga. Recuperado de http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4579/TDR_ACEBAL_EXPOSITO.pdf?sequence=6

Arkin, H. y Colton, R. (1967). *Tables for Statisticians*. New York: Barnes & Noble.

Báez, J. E. (2016). La conciencia ambiental en España a principios del siglo xxi y el impacto de la crisis económica sobre la misma. *Papers, 101* (3), 363-388.

Bisquerra, R. (2000). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

Corraliza, J., Martín, R., Moreno, M. y Berenguer, J. (2004). El estudio de la conciencia ambiental. Un estudio psicosocial. En R. de Castro (Coord.), *Persona, Sociedad y Medio Ambiente. Perspectivas de la investigación social de la sostenibilidad* (pp. 106-120). Sevilla: Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/personas_sociedad_y_ma/persona_sociedad_y_medio_ambiente_opt.pdf

Corraliza, J. y Berenguer, J. (2000). Preocupación ambiental y comportamientos ecológicos. *Psicothema, 12* (3), 325-329.

Febles, M. (2004). Un enfoque teórico para el desarrollo de la conciencia ambiental, hacia el desarrollo sostenible. Recuperado de http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia57/HTML/Articulo10.htm

Gomera A. (2011) Análisis, medición y distribución de la conciencia ambiental en el alumnado universitario: Una herramienta para la educación ambiental, [tesis]. Universidad de Córdoba.

Jiménez, M. y Lafuente, R. (2010). Defining and measuring environmental consciousness. *Revista Internacional de sociología*, 68 (3), 731-755.

Jones, R.E. y Dunlap, R.E. (2002). Environmental Concern: Conceptual and Measurement Issues. En R.E. Dunlap y W. Michelson (Eds.), *Handbook of Environmental Sociology* (pp. 482-524). Westport: Greenwood Press.

Murray, P. (2011). *The Sustainable Self: A Personal Approach to Sustainability Education*. Londres: Earthscan

Promoviendo la equidad en la educación STEM en contextos no formales

Èlia Tena Gallego [1], Carme Grimalt-Álvaro[1] y Edelmira Badillo[2]

[1]CRECIM- UAB. [2] Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona

elia.tena@uab.cat

Resumen:

En las últimas décadas se ha prestado una creciente atención a la autoeficacia desde el ámbito educativo. Concretamente, nos interesa la autoeficacia entendida como el conjunto de creencias sobre las propias capacidades a la hora de realizar una determinada tarea STEM. Este interés se justifica por la influencia de la autoeficacia en el posicionamiento y alfabetización STEM del alumnado y por los niveles de baja autoeficacia que muestran determinados colectivos, como chicas y estudiantes de nivel socio-económico bajo. En el estudio se presenta una secuencia diseñada e implementada y el análisis del impacto delas actividades en el alumnado participante, destacando aquellas características que el alumnado percibía como promotoras de autoeficacia.

Palabras clave: Equidad; educación no formal; STEM; educación secundaria; género;

Introducción

En las últimas décadas, se ha observado que un número creciente de estudiantes perciben la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) como algo ajeno a sus vidas (Godec, King & Archer, 2017). Este posicionamiento es más habitual en determinados colectivos de jóvenes, como chicas, estudiantes de nivel socio-económico bajo y minorías étnicas (Archer et al., 2013). Dicha situación representa una amenaza no sólo para el desarrollo de la alfabetización STEM de estos colectivos, sino para su futura participación como ciudadanos/as en las actividades y debates sociales que requieran de estas competencias (p.ej. decidir la financiación de un proyecto, valorar la cesión de sus datos para un estudio…). Este posicionamiento STEM, es decir, la manera en que l@s estudiantes piensan y manifiestan sus opiniones en relación a las actividades y temas del ámbito se concreta entre los 10 y 14 años (Archer et al., 2013). Hecho que señala la relevancia de la etapa final de la educación primaria y la primera etapa de la educación secundaria en su desarrollo.

Tradicionalmente, el posicionamiento STEM se ha estudiado desde diversos factores como: el interés, las aspiraciones, la identidad y la capacidad real. Recientemente, algunas iniciativas han empezado a prestar atención a un nuevo constructo que ayudaría a mejorar cómo se define este posicionamiento temporalmente: la autoeficacia en STEM. Esta variable da cuenta de las creencias de l@s estudiantes (o de cualquier persona) en sus propias capacidades para realizar una determinada tarea del ámbito STEM en un nivel concreto y es diferente a la capacidad real que puedan mostrar (Bandura 1995). La promoción de la autoeficacia en STEM del alumnado actualmente se considera como una de las estrategias privilegiadas en la mejora de

su posicionamiento, puesto que, independientemente del desempeño, cuanta más alta sea la percepción de autoeficacia en STEM de una persona, más interés mostrará hacia los temas STEM y más seriamente considerará su futuro en este ámbito (Zimmerman & Cleary, 2006).

Tal y como sucede con el posicionamiento, la autoeficacia en STEM es especialmente baja en chicas y estudiantes desaventajados (Bandura, 1995). Un mismo resultado académico es evaluado peor por chicas que por chicos. Es decir, los chicos tienden a tener más confianza y ser más autocomplacientes, mientras que las chicas evalúan de manera más modesta sus resultados(Hill et al., 2010; Schunk & Pajares, 2002). Estas diferencias también se observan en minorías étnicas y estudiantes de nivel socio-económico bajo (Bandura, 1995).

Actualmente, se han descrito algunas estrategias para promover la autoeficacia en l@s estudiantes. Destacan el promover sus estrategias de autorregulación; reducir la ansiedad que generan las actividades académicas o generar intercambios entre l@s estudiantes y personas que actúen como buenos modelos de éxito (Zimmerman & Cleary, 2006). No obstante, estas estrategias son demasiado generales y no existen referencias sobre cómo se deben concretar en el diseño y realización de una secuencia de enseñanza y aprendizaje que promueva el desarrollo de una determinada competencia STEM, ni para un determinado contexto educativo. Esta falta de concreción pone en peligro el uso de estas estrategias en el aula, así como su potencial éxito en la mejora de la autoeficacia del alumnado.

Preguntas de investigación

- ¿Qué impacto tiene una secuencia didáctica que pretende desarrollar la competencia STEM en la percepción de autoeficacia de l@s jóvenes participantes en un programa educativo? (O1)
- ¿Qué características de la secuencia didáctica realizada en un contexto no formal identifican l@s estudiantes como promotoras de autoeficacia en STEM? (O2)

Contexto de la investigación

Esta acción educativa se ha llevado a cabo dentro de un programa socioeducativo, que tiene como objetivo fomentar actividades fuera del horario escolar que promuevan el desarrollo de competencias STEM en jóvenes de 13 a 15 años con dificultades educativas y/o socioeconómicas. La implementación de este programa la llevan a cabo estudiantes universitarios. En el curso 2017-18 participaron 8 estudiantes universitarios de diferentes grados como voluntari@s, 4 institutos públicos de una ciudad del área metropolitana de Barcelona y 64 jóvenes.

Diseño de la secuencia de enseñanza – aprendizaje

En el marco de esta iniciativa, se diseñó una secuencia de enseñanza y aprendizaje para promover el desarrollo de la competencia STEM del alumnado y, en particular, para promover la relación entre los conceptos de superficie y volumen de cuerpos en el espacio a través del uso de diferentes tipos de representaciones. Se escogió este contenido, que tradicionalmente se asocia con las matemáticas, con la finalidad de dar un enfoque inter-disciplinar a las actividades diseñadas. Así pues, el paso y la relación2D-3D y viceversa, es de especial relevancia en la ciencia, tecnología e ingeniería. Estas otras áreas se valen de imágenes y representaciones visuales de conceptos abstractos para comunicar contenido (Johnstone, 1991). Por tanto, para un correcto desarrollo de las competencias científicas, es necesario que el alumnado sepa interpretar y visualizar representaciones visuales bidimensionales y tridimensionales de modelos científicos abstractos (p.ej. la nutrición de una célula o una reacción química entre moléculas).

Partiendo de este objetivo, se diseñó una secuencia de 5 sesiones en las que se introducían diversas estrategias para la promoción de la autoeficacia de los participantes adaptados de la literatura. En esta, los jóvenes se involucraban en un juego de mesa colaborativo con contenido STEM implícito. El contexto de juego promovía la reflexión sobre el uso de los contenidos STEM en la construcción con material manipulativo de figuras tridimensionales a partir de su representación plana (vistas); aplicaban el conocimiento construido a contextos nuevos cotidianos (arquitectura, fotografía, arte y tecnología); preparaban una presentación pública de las estrategias utilizadas y los aprendizajes construidos y la comunicaban en público

Desarrollo profesional de l@s voluntari@s

Se llevó a cabo una formación a l@s voluntari@s encargad@s de la implementación de dichas actividades fundamentada en tres objetivos: saber identificar aquello significativo en las producciones del alumnado en relación a los contenidos clave, y la comprensión de estos contenidos; saber decidir cómo actuar teniendo en cuenta esta comprensión; y desarrollar estrategias didácticas para la promoción de la autoeficacia en el marco de la secuencia planteada. Estos objetivos se enmarcan en el paradigma del desarrollo de la *mirada profesional* definido por Sherin, Jacobs, & Philipp (2011). En particular, la formación se planteó en tres sesiones, siguiendo el esquema de los tres momentos en el desarrollo de este paradigma propuesto por Zapatera, Callejo, & Badillo (2017).

Metodología

La estrategia para captar el impacto de la secuencia en la percepción de autoeficacia de los jóvenes en STEM partió de un paradigma cualitativo, aunque se usaron herramientas cuantitativas. Así se recogieron datos en cuestionarios previos a la actividad (pre) y posteriores (post) a la actividad con preguntas abiertas y cerradas multi-respuesta de todos los jóvenes participantes (N=64). A fin de triangular los resultados de los cuestionarios, estos datos se contrastaron con entrevistas pre y postsemiestructuradas a 9 jóvenes (Fig.1).

- *¿Tienes ganes de hacer matemáticas? ¿Por qué?*
- *¿Crees que eres capaz de hacer problemas matemáticos? Explícamelo.*
- *En relación de otras asignaturas… en la asignatura de matemáticas ¿te ves más capaz, menos capaz…? Explícalo.*

Fig. 1. Ejemplo de preguntas de la entrevista al alumnado

Tanto las preguntas de la entrevista cómo aquellas del cuestionario se basaron en instrumentos utilizados y validados por otras investigaciones como ASPIRES (2009). Además, antes de su implementación se pilotaron en grupos de alumn@s similares a los de la muestra.

Para identificar el impacto dela secuencia didáctica en la percepción de autoeficacia STEM se compararon aquellas respuestas recogidas en los pre y post cuestionarios y entrevistas más relacionadas con la autoeficacia. Finalmente, a fin de identificar aquellas características de las actividades que los jóvenes consideran que habían facilitado la mejora de su percepción de autoeficacia, se analizaron también los resultados recogidos mediante los dos instrumentos. Este análisis se centró en identificar aquellos momentos en que l@s jóvenes hablaban de forma explícita o implícita de factores promotores de autoeficacia. Los factores se categorizaron en un proceso de refinamiento iterativo a partir de categorías de la literatura.

Para incrementar la validez de los resultados, la interpretación de los datos fue contrastada por varios investigadores.

Resultados

Impacto de la Secuencia en un contexto no formal en la percepción de autoeficacia STEM de los jóvenes

El análisis de los pre y post cuestionarios y entrevistas nos ha permitido observar dos temas relevantes que variaban entre ambos encuentros: la autoeficacia en el contexto escolar y en el contexto cotidiano. En ambos casos, se observa una mejora en la percepción de autoeficacia de los jóvenes (Fig. 2,3 y 4).

"Yo y las STEM… ¡somos enemigos!" [Moviendo las manos una contra la otra mostrando oposición] **(PreEnt_A8)**

"No es verdad [que no seamos capaces de hacer STEM], porqué yo no era capaz y lo soy… Todo es posible, y puedes hacer STEM; aunque no sepas, o te quedes en blanco, aunque saques ceros, porque yo también sacaba 0 alguna vez pero que he llegado a sacar treses." **(PostEnt_A8)**

Fig.2. Respuestas alumn@ A8 en la Pre y Post Entrevista

Sin embargo, creemos imprescindible destacar que tanto la percepción de autoeficacia inicial y final como el impacto de las acciones educativa en dicha percepción es diferente para cada una de los contextos (Fig. 3 y 4).

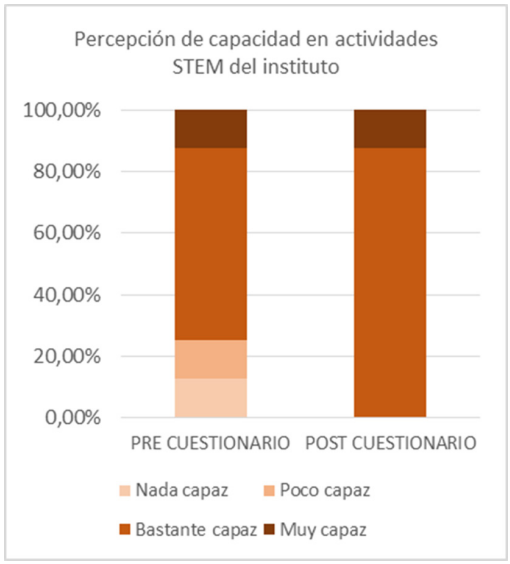


Fig. 3. Percepción de capacidad de los jóvenes en actividades STEM del instituto

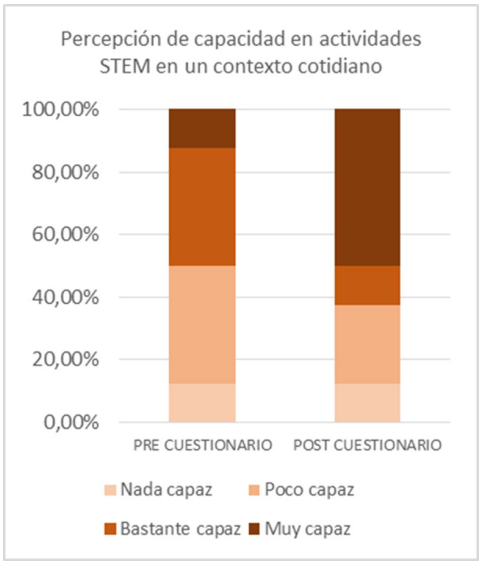


Fig. 4. Percepción de capacidad de los jóvenes en actividades STEM en un contexto cotidiano

Así, el análisis de estos datos nos ha permitido observar que en el pre cuestionario el 75% de los jóvenes se consideran bastante o muy capaz de realizar actividades STEM del instituto (Fig 3) frente al 50% de los jóvenes que se considera bastante o muy capaz cuando estas son actividades se realizan en un contexto cotidiano (Fig 4). Esta tendencia se mantiene, aunque se matiza, en el cuestionario final. Así, en las preguntas finales, se observa como el 100% de los jóvenes manifiesta considerar-se bastante o muy capaz de realizar actividades STEM del instituto (Fig. 3) frente al 75,5% de los jóvenes que se considera capaz en un contexto cotidiano.

No obstante, es imprescindible matizar este último resultado como ya hemos apuntado anteriormente. Mientras en el análisis post (Fig. 3) el 88%de los jóvenes identifica sentirse bastante capaz de realizar actividades STEM del instituto, únicamente un 12% cree sentirse muy capaz

en un contexto cotidiano; en el análisis post (Fig. 4) el 16% de los jóvenes confiesan sentirse bastante capaz frente al 50% que se consideran muy capaces. Estos resultados nos llevan a considerar que la acción educativa presenta potencial para la mejora de la percepción de autoeficacia general de los jóvenes pero especialmente, en la percepción de autoeficacia en las actividades STEM en un contexto cotidiano.

Los motivos que nos pueden ayudar a explicar este impacto y los matices son diversos. En primer lugar, la mayoría de los entrevistados una vez finalizada la implementación de la secuencia manifestaron que las actividades propuestas no eran como las actividades STEM que hacían normalmente en el instituto (Fig. 5). Por otro lado, consideramos que el hecho anterior puede haber sido reforzado por la realización de la actividad en un contexto no formal del aprendizaje y fuera del horario lectivo.

"[…] son diferentes estos problemas que los otros [refiriéndose a los problemas que habitualmente se presentan en clase] que son más bien del tema que haces" **(PostEnt_A1)**

Fig. 5. Respuestas del alumn@ A1 en la Post Entrevista

El análisis realizado parece indicar que el aumento de la percepción de autoeficacia puede tener consecuencias positivas en otras dimensiones del posicionamiento STEM como el interés y las aspiraciones de los jóvenes. Así, mientras en las pre entrevistas los jóvenes se plantean cambiar sus aspiraciones por la presencia de algunas asignaturas STEM en los estudios a los que aspiran, en las entrevistas finales muchos de ellos manifiestan que aunque en un futuro no les gustaría cursar estudios STEM no les importaría la presencia de asignaturas de este ámbito ya no supone una limitación para la elección de los estudios.

Características de la actividad que fomentan la percepción de autoeficacia de los jóvenes en actividades STEM

En un análisis exploratorio de los cuestionarios y las entrevistas realizadas que se pretende terminar en los próximos meses se han identificado 9 estrategias clave de la actividad y su implementación para la mejora de la percepción de autoeficacia de los jóvenes participantes. Sin embargo, no todas son reconocidas por los jóvenes participantes como facilitadoras de su aprendizaje.

Entre todas las estrategias clave identificadas las que más jóvenes destacan como clave para la mejora de su percepción de capacidad son: la promoción del éxito en el aprendizaje y el apoyo y uso de mensajes positivos por parte de los voluntarios.

Conclusiones e implicaciones preliminares

Este trabajo nos ha permitido observar un aumento en la percepción de autoeficacia y competencia en el ámbito STEM de jóvenes con un nivel socio-económico y social desfavorecido a través de su participación en una secuencia de Enseñanza y aprendizaje implementada por unos voluntarios no expertos en didáctica en un entorno no forma. Al inicio estos jóvenes manifestaban sentirse poco capaces de llevar a cabo actividades STEM escolares agravándose esta sensación de incapacidad cuando las actividades se desarrollaban en un contextos cotidianas. Este hecho tenía consecuencias para los jóvenes tanto a corto plazo (mostrando desinterés por las actividades STEM) como a largo plazo (planteándose abandonar sus aspiraciones porque los estudios deseados incorporaban alguna asignatura del ámbito STEM). Al finalizar la secuencia, una amplia mayoría de alumnos mostraba sentirse más capaz de desarrollar actividades del ámbito STEM tanto en el contexto escolar como en el cotidiano siendo especialmente importante el cambio en este último. Además, los jóvenes también manifestaban menor desinterés y menos limitaciones en las aspiraciones.

Por otro lado, el diseño e implementación de esta secuencia STEM ha hecho emerger algunas estrategias de diseño e implementación para la mejora de la percepción de capacidad de los jóvenes. Destacan como especialmente relevantes la promoción del éxito en las actividades y el uso de mensajes de positivos por parte de los voluntarios por ser las estrategias más destacadas por los jóvenes.

Agradecimientos

Esta investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto STEAM4U (2016-1-ES01-KA201-025633).

Referencias bibliográficas

Archer, L., Osborne, J., DeWitt, J., Dillon, J., Wong, B., & Willis, B. (2013). *ASPIRES. Young people's science and career aspirations, age 10–14*. London.

Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-efficacy in changing societies* (1st Editio). Cambridge: Cambridge University Press.

Godec, S., King, H., & Archer, L. (2017). *The Science Capital Teaching Approach. Engaging students with science, promoting social justice*.

Hill, Catherine, P. ., Corbett, C., & St. Rose, Andresse, E. D. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. *Aauw*.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, *7*(2), 75–83.

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In *Development of achievement motivation* (Vol. 1446, pp. 15–31).

Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (Eds.). (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. New York: Routledge.

Zapatera, A., Callejo, M. L., & Badillo, E. (2017). Evolución de la mirada profesional: cambios en el discurso de estudiantes para maestro. In J. M. Muñoz Escolano, A. Arnal Bailera, P. Beltrán Pellicer, M. L. Callejo de la Vega, & J. Carrillo Yánez (Eds.), Investigación en Educación Matemática XXI (pp. 477–486). Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Zimmerman, B. J., & Cleary, T. J. (2006). Adolescents' development of personal agency. In *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 45–69).

Percepción de género de profesiones científicas entre estudiantes de Educación Primaria

Sila Pla-Pueyo[1], Sergio Barón López[1], Gracia Fernández Ferrer[1], José Antonio Garzón Guerrero[2], Francisco González-García[1], Olga López-Guarnido[3], José Antonio Fernández-Plaza[2], Alejandro Ramón Ballesta, María Mercedes Vázquez Vílchez[1], Tobías Martín Páez[1] y Ricardo Chacón González[1]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales; [2]Departamento de Didáctica de la Matemática; [3]Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Universidad de Granada

sila.pla@gmail.com

Resumen:

En el presente estudio se analizan las respuestas del alumnado de 5º de Educación Primaria de tres centros educativos de la provincia de Granada a dos cuestionarios cerrados, realizados previa y posteriormente a una propuesta didáctica consistente en la realización de unos talleres sobre las profesiones científicas de Ecología, Paleontología y Policía Científica. El análisis se centra en la pregunta de qué género les parece más adecuado para ejercer ocho profesiones entre las que se incluyen las abordadas durante los talleres. Los resultados muestran que hay diferencias estadísticamente significativas en la percepción de género del alumnado respecto a las profesiones tratadas en los talleres, mientras que en el resto de profesiones, no hay cambios de percepción tras la realización de dichos talleres.

Palabras clave: Educación Primaria; género; profesiones científicas.

Introducción

Son muchos los años que han pasado desde la proclamación del principio de igualdad de mujeres y hombres por la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 1979. No obstante, las desigualdades se mantienen y el techo de cristal para las mujeres en profesiones científicas es una realidad que todavía parece no haberse destruido. Una de las posibles causas son los estereotipos sexistas que generación tras generación se patentan en nuestros jóvenes y que pueden influir en las distintas actitudes hacia las ciencias (Fernández-Ferrer et al., 2017; Vázquez y Manassero, 2008).

Estudios previos muestran que estas actitudes descritas surgen en edades tempranas, pudiéndose detectar ya en la etapa de Educación Primaria (Nortes y Pro, 2008; Mihladiz et al., 2011; Faber et al., 2013), lo que unido a que las edades críticas para interesarse por la ciencia rondan los 10-14 años (Farenga y Joyce, 1999), nos puede llevar a comprender la importancia que pueden tener la educación formal en este aspecto y la posible influencia del Profesorado en las actitudes del alumnado.

Por otro lado, estos estereotipos influyen en la percepción de la profesión científica como predominantemente masculina, y en la asignación de género a las distintas asignaturas de ciencias

que se cursan en Primaria y Secundaria por parte del alumnado. A esto se suma un declive en la actitud favorable hacia las ciencias con el paso a la Educación Secundaria. El resultado es una baja proporción de estudiantes que eligen carreras científicas respecto a otras trayectorias profesionales, y un sesgo de género en dichas profesiones a nivel europeo.

En el presente estudio, enmarcado en el Proyecto de Innovación Docente Básico PIDB 1770 concedido por la Universidad de Granada, centrado en la percepción de género hacia la profesión científica y el papel de la mujer en la ciencia, analizamos si el alumnado de 5º de Primaria (10-11 años) enmascara algún sesgo sexista que lo lleve a considerar que ciertas profesiones son preferentemente masculinas o femeninas, y a investigar el efecto del desarrollo de actividades específicas al respecto.

Metodología

La población estudiada está formada por 138 estudiantes de 5º de Educación Primaria (10-11 años) de tres centros educativos de la provincia de Granada, dos de ellos públicos, a los que denominaremos Centro 1 y Centro 2, y uno concertado, al que denominaremos Centro 3.

Se planteó la cumplimentación de un mismo cuestionario cerrado en dos momentos, previo y posterior a la puesta en práctica de una propuesta didáctica consistente en la realización de unos talleres. En el cuestionario el alumnado debía contestar si, para las distintas profesiones planteadas (Programación de videojuegos, Meteorología Paleontología, Secretariado, Farmacia, Profesorado, Ecología, Enfermería o Policía), le parecía más adecuada la figura de un hombre, la de una mujer o si podían realizarla tanto uno como otro.

En relación a los talleres, se realizaron actividades para aproximar al alumnado a las profesiones de Ecología, Paleontología y Policía Científica, haciendo énfasis en el papel de la mujer en la ciencia con una introducción sobre alguna científica destacada en cada campo. Se entregó a cada estudiante una tarjeta con información sobre cada profesión, incluyendo qué carrera universitaria deberían cursar para acceder a ella y qué materias de Educación Primaria se corresponden con dicha profesión.

Con objeto de identificar cambios en la percepción del alumnado se usaron los cuestionarios realizados previamente a los talleres y los realizados a posteriori. Así, el estudio se ha centrado en la pregunta relacionada con actitud de género respecto a las profesiones mencionadas anteriormente, y se han realizado los siguientes análisis:

- La comparación global de respuestas pre- y post-taller en los tres centros para todos los talleres.
- La comparación de respuestas en cuestionarios pre- y post-taller del alumnado que realizó el taller de Policía Científica con las respuestas de cuestionarios del alumnado que no lo realizó, para evaluar si el desarrollo de actividades específicas sobre esta profesión cambia la percepción del estudiantado.
- La comparación de respuestas en cuestionarios pre- y post-taller por sexos en los dos centros que realizaron el taller de Policía Científica, para determinar si hay diferencias entre sexos en esta percepción y si la realización del taller influye de forma diferente en cada sexo.

Para ello, se han obtenido las frecuencias y variaciones porcentuales (pre-taller/post-taller) mediante un análisis descriptivo. Posteriormente se ha aplicado un test χ^2 (chi cuadrado) como método de contraste para analizar si los porcentajes obtenidos presentaban diferencias estadísticamente significativas (p-valor χ^2<0,05). La herramienta estadística utilizada ha sido el software SPSS versión 25.0, con licencia de la Universidad de Granada.

Resultados

Análisis global acerca de la preferencia de género en profesiones

La Figura 1 muestra los porcentajes para las respuestas recogidas antes y después de los talleres acerca de la preferencia de género en distintas profesiones, con independencia del centro de procedencia. La prueba estadística de χ^2 realizada para cada profesión y la variable pre-taller/post-taller muestra que no existe significación estadística entre la realización de los talleres y la preferencia de género de las profesiones de Programación de videojuegos, Meteorología, Profesorado, Medicina y administración (Secretariado). Sin embargo, el mismo análisis reporta resultados estadísticamente significativos para las profesiones de Ecología, Policía, Paleontología y Farmacia en relación al antes y después de haber realizado los talleres. Destacamos que los talleres realizados se han centrado específicamente en actividades relacionadas con estas profesiones, salvo en el caso de Farmacia, la cual se mencionó explícitamente en el taller de Policía Científica como la carrera universitaria necesaria para acceder a esa profesión. Los resultados muestran que estas profesiones, que inicialmente tenían un sesgo hacia un género determinado de hombres o mujeres, han derivado en un aumento de la respuesta "ambos" después de la realización de los talleres, diferencia que alcanza el +12,32% para Policía, el +13,04% para Paleontología, el +13,77% en Farmacia y el +15,95% en Ecología.

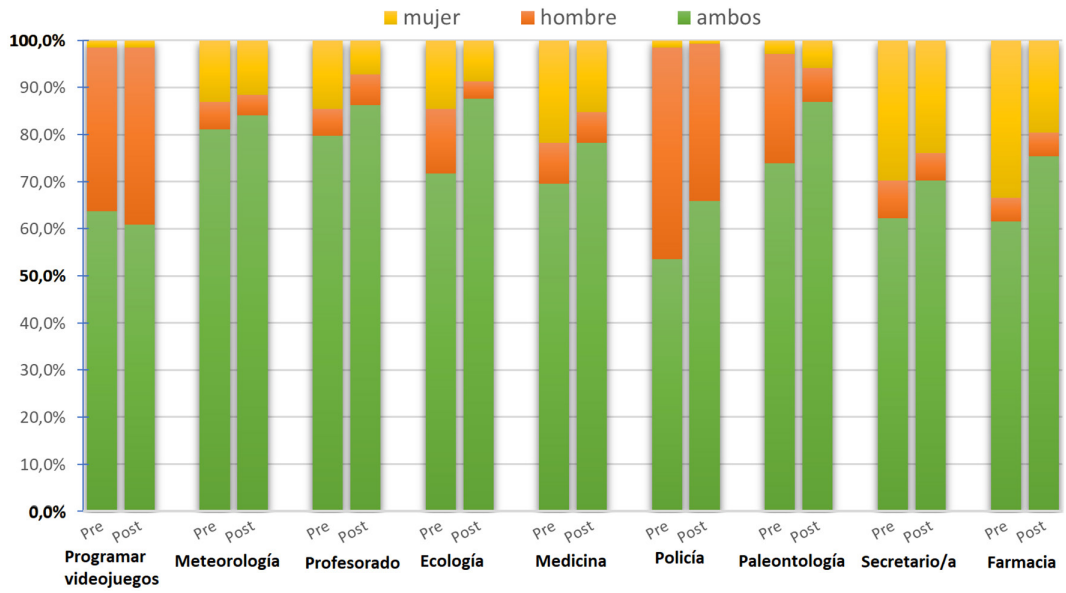


Figura 1. Preferencia de género en profesiones: Distribución porcentual de las respuestas Pre-taller- Post-taller para todos los estudiantes de 5º de Primaria encuestados.

Análisis específico acerca de la preferencia de género para la profesión de Policía

En este segundo apartado se ha realizado un contraste de hipótesis estadístico destinado a analizar si la consideración de género para la profesión de Policía está afectada por el estímulo del taller específico de Policía Científica, según lo hayan realizado o no y si presenta por tanto una diferencia estadísticamente significativa.

De todos los talleres, hubo uno que no fue común a los tres centros, el de Policía Científica. Los centros 1 y 2 (con un total de 73 cuestionarios pre-taller y 65 post-taller) participaron en el taller, mientras que el Centro 3 (67 cuestionarios pre-taller, 73 post-taller) no participó, y realizó un taller de Astronomía en su lugar (profesión por la que no se preguntaba en los cuestionarios pre- ni post-taller).

La tabla 1 muestra el porcentaje de respuesta a la preferencia de género en la profesión de Policía para el alumnado que realizó el taller de Policía Científica (centros 1 y 2) y para el que no lo hizo (Centro 3). De nuevo se han separado las respuestas pre-taller y post-taller.

Tabla 1. Comparación porcentual pre- vs post-taller y valor de χ^2 del alumnado de los dos centros que han participado en el taller de Policía Científica con el alumnado que no ha participado

Policía							
Estudiantes que SÍ han realizado el taller de Policía Científica				**Estudiantes que NO han realizado el taller de Policía Científica**			
	Preferencia de género				Preferencia de género		
	Hombre	Mujer	Ambos		Hombre	Mujer	Ambos
Pre-taller	28,2%	2,8%	69,0%	Pre-taller	62,7%	0,0%	37,3%
Post-taller	15,4%	0,0%	84,6%	Post-taller	49,3%	1,4%	49,3%
p-valor χ^2 ($p<0,05$)	< 0,001			p-valor χ^2 ($p<0,05$)	0,0907		

Para el alumnado que asistió al taller se observa que el sesgo hacia la preferencia masculina inicial disminuye (del 28,2% al 15,4%), mientras que la elección "ambos" aumenta tras el taller (del 69,0% al 84,6%). El estudio del parámetro χ^2 muestra una relación significativa (p-valor χ^2 de $4{,}8 \cdot 10^{-8}$, $p<0,001$) entre la realización del taller y la preferencia de género.

Por el contrario, dicha relación no es estadísticamente significativa cuando se estudian las respuestas del alumnado que no realizó el taller (p-valor χ^2 de 0,09). En estas respuestas, el sesgo hacia la preferencia "hombre" se mantiene alta (al mismo nivel que "ambos") después de realizar los talleres, que no incluían el de Policía Científica (un 49,3%).

Análisis específico acerca de la influencia de la variable género en la preferencia de género para la profesión de Policía

Al realizar el contraste de hipótesis que mide la influencia de la variable género del encuestado en la preferencia de género para la profesión de Policía, dado que en el resto de profesiones no se ha producido una influencia significativa, se observa cómo la elección de la preferencia de género en la profesión de Policía está muy relacionada con el género del estudiante que contesta, tanto en el pre-taller como en el post-taller, como indican los valores del estadístico p-valor χ^2. Efectivamente, se observa que los chicos tienden a preferir que un hombre ejerza la profesión de Policía (y aunque en el post-taller el porcentaje baja a un 44,8% la tendencia sigue siendo la misma). Por el contrario, las chicas prefieren más la opción "ambos" tanto en el pre-taller como en el post-taller.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio realizado sobre una muestra de 138 estudiantes/as de 5º de Educación Primaria en tres centros educativos de Granada indican que:

1) Al encuestar al alumnado sobre un total de 8 profesiones (Programación, de videojuegos, Meteorología, Profesorado, Ecología, Medicina, Policía, Paleontología, Secretariado y Farmacia), en todos los casos más del 50% piensa que tanto hombres como mujeres pueden ejercer dichas profesiones.

2) A pesar de ello, sigue habiendo un porcentaje de hasta un 47% que opina que sólo hombres o mujeres pueden realizar dichas profesiones, siendo la opción de hombre la más elegida en las

profesiones de Programación de videojuegos, Policía y Paleontología, y la opción mujeres igual o más elegida que la de hombre en el resto de profesiones, lo que indica que sigue habiendo un sesgo en la percepción de género para las profesiones objeto del estudio, tal y como se ha visto en estudios previos en la literatura (Nortes y Pro, 2008; Mihladiz et al., 2011; Faber et al., 2013).

3) El análisis de los datos estadísticos de los cuestionarios pasados antes y después de la realización de talleres específicos para las profesiones de Ecología, Paleontología, Policía Científica (mencionando aquí Farmacia de forma explícita durante los talleres como la carrera universitaria para acceder a esta profesión) muestran diferencias estadísticamente significativas pre- y post-taller para estas cuatro profesiones aumentando en todos los casos las respuestas hacia el "ambos", pero no para el resto de profesiones. Se evidencia por tanto que actuaciones específicas relacionadas con una profesión concreta pueden cambiar la percepción del alumnado sobre el género de quién puede o debe ejercer dicha profesión, pero no necesariamente cambia la percepción de género hacia el resto de profesiones, aunque durante dicha actividad se traten los temas de igualdad de género en general.

4) Dada la influencia que el profesorado puede tener en las actitudes del alumnado (Fernández-Ferrer et al., 2014) se concluye que actividades específicas desarrolladas en el aula de primaria sobre las diversas profesiones científicas podrían ser clave para eliminar de una vez por todas los estereotipos sexistas que siguen generando una escasez de mujeres en carreras y profesiones científicas y tecnológicas no sólo en España, sino en toda Europa.

Agradecimientos

Agradecemos a los colegios participantes en el estudio su buena disposición para la toma de datos, y a Universidad de Granada la financiación de este estudio a través de la concesión de un Proyecto de Innovación Docente Básico (PIDB 1770). Agradecemos también el apoyo material y económico del Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Por último, nuestro agradecimiento a los dos revisores anónimos que han mejorado la calidad del manuscrito.

Referencias bibliográficas

Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E.W., Corn, J., Walker Townsend, L. y Collins, T.L. (2013). Student attitudes toward STEM: The development of Upper Elementary School and Middle High School Student Surveys. *American Society for Engineering Education*, paper ID: 6955.

Farenga, S. J. y Joyce, B. A. (1999). Intentions of Young Students to Enroll in Science Courses in the Future: An Examination of Gender Differences. *Science Education 83*, 55-75. DOI: https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199901)83:1<55::AID-SCE3>3.0.CO;2-O

Fernández-Ferrer, G., González-García, F., Jiménez-Tejada, M. P. y Sánchez-Guadix, M. Á. (2017). Actividades realizadas por los chicos y chicas fuera del centro escolar: una aplicación de ROSE. *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra*, 5593-5598.

Mihladiz, G., Durana, M. y Dogan, A. (2011). Examining primary school students' attitudes towards science in terms of gender, class level and income level. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2582–2588.

Nortes, R. y Pro, A. (2008). Actitudes hacia las ciencias de los estudiantes de Educación Primaria de la región de Murcia. Disponible en: http://www.um.es/documents/299436/550133/NORTES%2BMARTINEZ-ARTERO,%2BROSA%2By%2BPRO%2BBUENO,%2BANTONIO.pdf

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (3), 274-292.

Competencias en el marco de cuestiones socio-científicas. La percepción de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología

Juan Franco Quaranta, Alejandro Raúl Trombert y Claudia Beatriz Falicoff

Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina

jquaranta@fbcb.unl.edu.ar

Resumen:

Se analiza la percepción de las competencias en el marco de cuestiones socio-científicas (CSC) de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología (LB) del período 2010-2016 de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe-Argentina. La información se recoge a través de un cuestionario realizado *ad-hoc*. Se realiza una comparación entre el nivel de importancia (NI) reconocido para el ejercicio profesional y el nivel desarrollado (ND) de las CSC durante la formación de grado. Para analizar la relación entre las dos variables (NI/ND) se utilizó el programa estadístico informático SPSS y se empleó una matriz comparativa. La relación entre los niveles de importancia y de desarrollo varía según la competencia analizada.

Palabras clave: Competencias; Cuestiones Socio-Científicas; Biotecnología; Graduados.

Introducción

La incorporación del término competencias en la educación ha tenido un efecto global, de tal suerte que reformas educativas y modelos internacionales de evaluación lo han asumido como la nueva estrategia para mejorar la misma (Díaz Barriga, 2014). Se debe tener en cuenta que las competencias están en el marco de un contexto, de un problema o de un ámbito específico (Jonnaert, Barrette, Masciotra y Yaya, 2006).

A medida que avanza el siglo XXI, en las carreras científico-tecnológicas, como la Licenciatura en Biotecnología, se pone de manifiesto la necesidad de considerar cada vez más las cuestiones socio-científicas (CSC). Dichas CSC son situaciones controvertidas que poseen complejidad ya que involucran varios aspectos sociales, ambientales, científicos. La consideración de las mismas, permitirá a las personas hacer mejores razonamientos y tomar decisiones más apropiadas respecto a cuestiones controvertidas puestas en juego; así como dar argumentos de más calidad para justificar y explicar las mismas (Sadler, 2004; Sadler & Zeidler, 2005). El movimiento de CSC está orientado principalmente hacia el currículo, la enseñanza y la investigación. Este nuevo abordaje que incluye explicitar y reflexionar acerca de las CSC permite una mayor participación pública en la discusión y en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, que constituye un cambio en los objetivos de la enseñanza de las ciencias. De este modo, se pone mayor énfasis en la formación de los graduados para actuar como ciudadanos que tomen conciencia de las implicancias y las consecuencias derivadas del desarrollo científico y su impacto en la sociedad (Carvalho, 2011).

El enfoque analítico y reflexivo de las CSC durante la formación universitaria contribuye a la formación de ciudadanos y profesionales socialmente responsables (Albe, 2008; Pouliot, 2009; Sadler, 2004; Wu & Tsai, 2010; Zeidler, Walker, Ackett & Simmons, 2002) y posibilita a los futuros graduados una preparación para enfrentar diversas problemáticas propias de la profesión.

Para obtener mejores resultados y lograr un proceso formativo más enriquecedor se deben abordar las CSC desde una perspectiva integrada en el *curriculum* para lograr que el cambio no sólo sea conceptual sino también que posibilite el desarrollo de un pensamiento crítico (Martínez Pérez, Carvalho, Lopes, Carnio y Vargas, 2011).

Este trabajo se propone indagar acerca de la percepción del nivel de importancia (NI) de las competencias en el marco de CSC y el nivel desarrollado (ND) de las mismas, durante la trayectoria educativa universitaria de los graduados de la carrera de Licenciatura en Biotecnología (LB) del período 2010-2016 de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

Metodología

Sujetos y características de la muestra

La población de graduados de la carrera de LB, en el período 2010-2016, de la FBCB-UNL, asciende a 248. Se estudió una muestra de 182 sujetos, lo que permite extrapolar los resultados con un margen de error de 3,8%, si se considera un nivel de confianza del 95% (Morales Vallejo, 2012). Las edades oscilan entre 25-39 años y la media es de 30 años. Los porcentajes de mujeres y hombres son 68,1% y 31,9%, respectivamente. El 80,2% trabaja actualmente en un área relacionada con la Biotecnología.

Se evaluó la percepción de CSC mediante un cuestionario realizado *ad-hoc,* que se describe en el siguiente apartado. Dicho cuestionario se elaboró en base a la relevancia teórica que supone la incorporación del trabajo con CSC en el currículum universitario.

Instrumento de recolección de la información

El cuestionario consta de tres partes:

- Datos generales. Se solicitó género y lugar de procedencia del graduado al momento de iniciar la carrera.
- Características de la situación laboral del graduado. Se indagó si el graduado trabaja actualmente en un área relacionada a la Biotecnología.
- Percepción de la competencia profesional y de CSC. Se evaluaron trece ítems referidos a competencias profesionales del graduado en Biotecnología y seis ítems referidos específicamente a las competencias en el marco de CSC. Para cada ítem, se consideraron dos percepciones: el nivel de importancia (NI) asignada en el ejercicio de la profesión y el nivel de desarrollo (ND) adquirido/trabajado durante la formación universitaria. La indagación sobre las competencias en el marco de CSC se realizó con preguntas cerradas, las cuales presentaban cuatro posibles categorías para evaluar el NI (1=Nada Importante; 2=Poco Importante; 3=Importante; 4=Muy Importante) y cuatro para evaluar el ND de las mismas durante la formación de grado (1=Nada Desarrollado; 2=Poco Desarrollado; 3=Desarrollado; 4=Muy Desarrollado).

Para la validez interna en el diseño del cuestionario se solicitó la colaboración de un grupo de expertos (cuatro Licenciados en Biotecnología que ejercen la docencia) y tres estudiantes avanzados de la carrera de LB, todos de la FBCB-UNL, quienes respondieron el cuestionario originalmente diseñado, sin proponer sugerencias de reformulación.

El cuestionario se cargó en las aplicaciones *open source* para la realización de encuestas en línea *LimeSurvey* y se envió a las casillas de correos electrónicos personales de los graduados, quienes la respondieron entre los meses noviembre 2017 y enero 2018. En todo momento se mantuvo la confidencialidad de los resultados obtenidos.

Instrumentos para el análisis de la información. Relación entre NI y ND

Con el propósito de determinar la fiabilidad del cuestionario, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach. Se consideran valores aceptables a partir de +0.60.

Para el cálculo de las medias se utilizó el programa SPSS Statistics 22, en cada enunciado y cada escala, respectivamente.

Con el fin de analizar la relación de los datos obtenidos se empleó una matriz adaptada de estudios anteriores (Martilla y James, 1977; Pike, 2004; Rembado, Roncaglia y Porro, 2006). La misma consiste en un par de ejes de coordenadas donde la media del NI (eje y) se compara con el valor medio del ND (eje x) de los diferentes elementos involucrados. Cada uno de los cuadrantes combina ambas variables. Se obtiene así un gráfico con cuatro zonas diferentes que se observan en la Figura 1. Matriz NI-ND.

IV	Bajo Nivel Desarrollado Alta Importancia	III	Alto Nivel Desarrollado Alta Importancia
I	Bajo Nivel Desarrollado Baja Importancia	II	Alto Nivel Desarrollado Baja Importancia

Figura 1. Matriz NI-ND

Resultados

Los resultados de la encuesta, respecto a las competencias enmarcadas en CSC, se presentan en la Figura 2. NI y ND. Número de graduados por categoría.

COMPETENCIA	NIVEL DE IMPORTANCIA (n=182)				NIVEL DESARROLLADO (n=182)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la Biotecnología relacionada con el medio ambiente	2	13	78	89	26	103	47	6
2- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la biorremediación	7	22	94	59	48	101	30	3
3- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la modificación de cultivos y el uso de agroquímicos	6	11	83	82	43	99	33	7
4- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la obtención y el manejo de organismos genéticamente modificados	9	10	77	86	29	97	50	6
5- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con el diseño y la producción de alimentos transgénicos	10	18	91	63	60	90	29	3
6- Reflexionar, argumentar y debatir aspectos sociales vinculados al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionadas con el empleo de animales para los procesos de investigación, desarrollo e innovación	9	13	95	65	41	83	55	3

Figura 2. NI y ND. Número de graduados por categoría

Los valores del coeficiente Alfa de Cronbach, α =0,888 y α = 0,808, indican que los resultados de los 182 graduados, respecto a los 6 ítems considerados para NI y ND, respectivamente, se encuentran correlacionados de manera confiable y aceptable.

Se analizaron los datos y se calcularon los valores medios de NI y ND para las seis competencias referidas a CSC. Con estos datos se construyó la Matriz: NI-ND. Para la determinación de los ejes (líneas de trazo grueso) se utilizó la metodología propuesta por Rembado, Roncaglia y Porro, 2006. Los valores medios globales son para el eje NI= 3.25 y para el eje ND= 2.05.

En la Figura 3 se grafica la Matriz NI-ND para las seis competencias evaluadas en contexto de CSC. Se destaca que los números romanos de los cuadrantes, corresponden al orden de la Figura 1. Los puntos en cada uno de los mismos representan el número de competencia según la Figura 2.

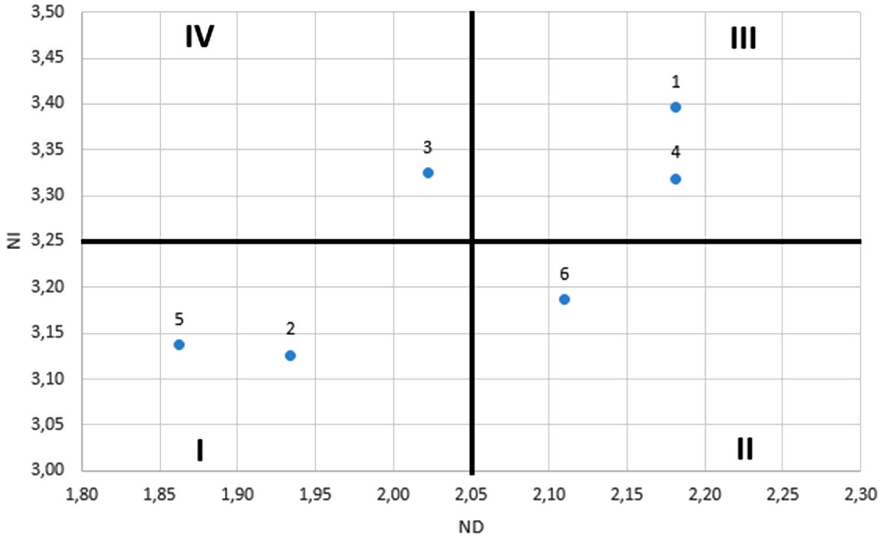


Figura 3. Matriz NI-ND. Valores medios para las seis competencias evaluadas en contexto de CSC

Aunque en algunos casos las diferencias de las medias de NI o ND no son demasiado significativas, merece la pena señalar que los valores en cuestión se ubicaron estrictamente en los niveles bajo o alto, de importancia y desarrollo, según lo propuesto en la Figura 1.

Cuadrante I: Bajo ND-Bajo NI: Se nuclean aquí las competencias que han sido valoradas en un nivel escaso de importancia y de desarrollo en el trayecto de formación universitaria. La competencia 2 está vinculada con el impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la biorremediación. La competencia 5 hace referencia al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con el diseño y la producción de alimentos transgénicos.

Cuadrante II: Alto ND-Bajo NI: Se ubica en este cuadrante la competencia que es considerada escasamente importante para su desempeño profesional y altamente desarrollada en la formación. La competencia 6 está vinculada al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionado con el empleo de animales para los procesos de investigación, desarrollo e innovación.

Cuadrante III: Alto ND-Alto NI: Se ubican aquí las competencias que han sido consideradas altamente importantes y desarrolladas en la trayectoria universitaria. Las competencias 1 y 4, hacen referencia al impacto de la Biotecnología relacionada con el medio ambiente y al impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la obtención y el manejo de organismos genéticamente modificados, respectivamente.

Cuadrante IV: Bajo ND-Alto NI: La competencia que se ubica en este sector representa aquélla que es percibida como importante y con exiguo nivel desarrollado. La misma se vincula con el

impacto de la investigación científica-tecnológica relacionada con la modificación de cultivos y el uso de agroquímicos.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, y al compararlos con los valores medios globales de NI y ND, se evidencia la existencia de fortalezas y debilidades vinculadas con las competencias en el marco de CSC en la percepción de los graduados de Licenciatura en Biotecnología de la FBCB-UNL.

Los resultados del cuadrante III (Alto ND-Alto NI) son los esperados para una propuesta educativa de calidad que sea coherente con el perfil del título y los alcances profesionales.

La actividad de los licenciados en Biotecnología en la Argentina podría vincularse a las necesidades de la sociedad. Cuestiones como la biorremediación, el diseño y la producción de alimentos transgénicos, aún necesitan soluciones, y afectan una parte importante de la población. Sin embargo, resultan sorprendentes los resultados correspondientes al cuadrante I (Bajo ND-Bajo NI).

Se infiere que en la trayectoria educativa universitaria se desarrollan aspectos que no serían de interés al graduado, como ser la utilización de animales para los procesos de investigación, desarrollo e innovación (cuadrante II, Alto ND-Bajo NI).

Finalmente, el estudio muestra que la competencia vinculada con la modificación de cultivos y el uso de agroquímicos, reconocida como importante, no se aborda suficientemente en la carrera (cuadrante IV, Bajo ND-Alto NI).

En una instancia posterior, la presente investigación se completará con los resultados que arroje el análisis de las competencias profesionales y de los aportes derivados de otras técnicas de carácter cualitativo, con el fin de ampliar el registro y conocer con más claridad la opinión de los actores. Dichos resultados nos permitirán avanzar en la comprensión de las discordancias observadas entre NI y ND de competencias vinculadas con las CSC de la carrera. Se espera que los resultados de este trabajo puedan contribuir al proceso de revisión curricular de la carrera de LB.

Agradecimientos

A los proyectos de investigación CAI+D 2016 de la FBCB-UNL: i) “Desarrollo de la competencia científica en Química mediante cuestiones socio-científicas como estrategia didáctica”. ii) “Innovación pedagógica en Bioética: Repensando las prácticas de enseñanza en la Universidad”. A las profesoras Olga Ávila y Liliana Contini, del Laboratorio de Investigaciones y Servicios en Bioestadística (LISEB) - Departamento de Matemática (FBCB-UNL).

Referencias bibliográficas

Albe, V. (2008). When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. *Research in Science Education, 38*, 67-90.

Carvalho, W. (2011). A abordagem de questões sócio-científicas na formação de professores de biología. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia, v. Extra*, 941-946.

Díaz-Barriga, A. (2014). Competencias. Tensión entre programa político y proyecto educativo. *Revista Propuesta Educativa, 42*(2), 9-27.

Jonnaert, P., Barrette, J., Masciotra, D. y Yaya, M. (2006). Revisión de la competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Observatorio de Reformas E*ducativas. Recuperado de: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/COPs/Pages_documents/Competencies/ORE_Spanish.pdf

Martilla, J. & James, J. (1977). Importance-Performance Analysis. *Journal of Marketing, 41*(1), 77-79.

Martínez Pérez, L., Carvalho, W., Lopes, N., Carnio, M. y Vargas, N. (2011). A abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuições à pesquisa da área. Acta del *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Universidade Estadual de Campinas. Recuperado de: http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1606-1.pdf

Morales Vallejo, P. (2012). *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?* Universidad Pontificia Comillas. Madrid. Obtenido de: http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf

Pike, S. (2004). The Use of Repertory Grid Analysis and Importance-Performance Analysis to Identify Determinant Attributes of Universities. *Journal of Marketing for Higher Education, 14*(2), 1-18.

Pouliot, C. (2009). Using the deficit model, public debate model and coproduction of knowledge models to interpret points of view of students concerning citizens' participation in socio-scientific issues. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(1), 49–73.

Rembado, F., Roncaglia, D. y Porro, S. (2006). Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los graduados. *Educación Química, 18*(2), 114-122.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 513–536.

Sadler, T. D. & Zeidler, D. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education, 89*(1), 71-93.

Wu, Y.T. & Tsai, C.C. (2010). High school students' informal reasoning regarding a socio-scientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education, 33*(3), 371–400.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A. & Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education, 86*(3), 343–367.

Emociones de estudiantes costarricenses de secundaria respecto al desarrollo de un proyecto de indagación según el género

Diego Armando Retana-Alvarado[1,2], María Marta Camacho Álvarez[1], Andrés Osborne Rovira[1], Bartolomé Vázquez-Bernal[2], Roque Jiménez-Pérez[2] y María Ángeles de las Heras Pérez[2]

[1]Escuela de Formación Docente. Universidad de Costa Rica. [2]Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva. España

diegoarmando.retana@alu.uhu.es

Resumen:

En este artículo se analizan las diferencias de un grupo de estudiantes de Secundaria en función del género, respecto a las emociones que experimentan hacia el desarrollo de un proyecto de indagación. La muestra estuvo conformada por 159 estudiantes procedentes de las 27 regiones educativas de Costa Rica quienes participaron en la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología en 2016. Los estudiantes respondieron un cuestionario con escala tipo Likert en el que expresaron la intensidad en el grado de acuerdo respecto a siete emociones positivas y siete emociones negativas. Los datos fueron sometidos a análisis descriptivo e inferencial mediante la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados indicaron que las mujeres experimentan todas las emociones positivas con mayor intensidad en comparación con los varones. Se encontraron diferencias significativas en temor y entusiasmo a favor de las mujeres.

Palabras clave: emociones, indagación, ferias de ciencia y tecnología, género, educación secundaria.

Introducción

Actualmente, existe consenso internacional sobre la relevancia de conectar la ciencia con la dimensión emocional de los estudiantes, puesto que permite mejorar la motivación en el aprendizaje científico y la atracción hacia las prácticas epistémicas relacionadas con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por su acrónimo en inglés). Desde esta perspectiva, los estudiantes desarrollan proyectos de indagación en los que formulan problemas e hipótesis, desarrollan modelos, analizan e interpretan datos, utilizan el pensamiento matemático y computacional, construyen explicaciones, argumentan desde la evidencia, obtienen, evalúan y comunican información (Cunningham y Carlsen, 2014). El contexto escolar influye en el desarrollo intelectual y las oportunidades para estudiar y trabajar en estas áreas en el futuro. En otras palabras, las experiencias que se desarrollan en Secundaria y las características individuales del alumnado están relacionadas con sus intenciones para la elección de carrera (Bottia, Stearns, Mickelson y Moller, 2018). En Costa Rica, las Ferias de Ciencia y Tecnología promocionan la indagación y el desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas en los estudiantes de Primaria y Secundaria. En estos procesos, existen componentes, tales como el desarrollo de competencias científicas, el fomento de actitudes favorables y emociones positivas, el acercamiento al quehacer científico a través del desarrollo de proyectos y la elaboración de informes de investigación, los procesos de

enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como el juzgamiento que inciden en la decisión para escoger carreras en esas áreas. Esa influencia se evidencia en el 90% de preferencia por carreras tecnológicas y de corte científico en la selección al momento de ingresar a la universidad, en una muestra de estudiantes de Secundaria participantes en la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología en el periodo 2010-2013 (Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal, 2016).

Según Oliva et al. (2014), las exposiciones científicas inciden en la motivación, autoestima, satisfacción, implicación emocional y clima de las relaciones personales entre estudiantes y profesores. También, los factores emocionales como interés, disfrute y participación en actividades científicas predicen significativamente el futuro interés en ciencia (Ainley y Ainley, 2011). Por su parte, Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez (2016) a través de modelización por ecuaciones estructurales hallaron que existe una asociación entre las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de Secundaria y la implementación de procedimientos científicos, asimismo, la elaboración de informes de investigación está determinada por su capacidad de explicación mediante hipótesis. En concreto, el tipo de actividades indagatorias y la forma en cómo se llevan a cabo en el aula contribuyen en la producción de emociones positivas intensas y en el recuerdo a largo plazo de esas estrategias (King, Ritchie, Sandhu y Henderson, 2015). Por otra parte, no todas las asignaturas científicas despiertan las mismas emociones en los estudiantes (Borrachero, 2015). Por ejemplo, experimentan emociones positivas hacia Biología, Geología y Tecnología, así como emociones negativas hacia Física, Química y Matemáticas. Con referencia al género, diversos estudios sugieren que los varones experimentan con mayor frecuencia emociones positivas hacia Física, Química y Matemáticas a diferencia de las mujeres quienes sienten mayoritariamente emociones negativas hacia dichas asignaturas (Borrachero, 2015; Dávila-Acedo, Borrachero, Cañada y Sánchez, 2016). En el aprendizaje de la Tecnología, las chicas experimentan más emociones negativas en comparación con los chicos (Ramírez y Dávila-Acedo, 2017). El propósito de este estudio es describir la intensidad de las emociones que experimentan estudiantes de Secundaria hacia el desarrollo de un proyecto de indagación para participar en las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica, así como establecer diferencias en las emociones según el género.

Metodología

Problema e hipótesis de investigación

Este estudio comparativo busca responder a la siguiente cuestión:

- ¿Qué diferencias se establecen en la intensidad de las emociones que experimenta un grupo de estudiantes costarricenses de Secundaria según el género, respecto al desarrollo de un proyecto de indagación relacionado con una Feria de las Ciencias?

Derivado de esta pregunta de investigación surgen las siguientes hipótesis:

- En el desarrollo de un proyecto de indagación para participar en la Feria de Ciencia y Tecnología, los estudiantes pueden experimentar mayoritariamente emociones positivas debido a la indagación sobre diversas temáticas científicas, el desarrollo de conocimientos en la preparación, habilidades en la recopilación y sistematización de la información, confección del informe y la exposición de sus resultados ante un conjunto de jueces y comunidad educativa.
- Es posible que existan diferencias significativas en la intensidad de las emociones positivas y emociones negativas en función del género.

Contexto y participantes

El estudio se llevó a cabo en la trigésima edición de la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología que coordina la Universidad de Costa Rica. La feria está adscrita al Programa Nacional de Ferias de

Ciencia y Tecnología, que tiene a cargo el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones e involucra las ferias institucionales, de circuitos escolares, regionales y nacional. Este programa fomenta la planificación, presentación, exposición y discusión de los resultados de un proyecto de indagación en los diferentes niveles del sistema educativo de Costa Rica. Con este programa se eligen los mejores proyectos que se presentan en las diferentes ferias en donde pasarán, en cada etapa, por un proceso de evaluación para luego participar en la Feria Nacional. Los estudiantes desarrollan un proyecto de indagación individual o grupal con la guía de sus profesores de ciencias o tutores, elaboran un informe y llevan a cabo una exposición ante un conjunto de jueces quienes brindan aportaciones para la mejora del trabajo. En esta actividad participaron 281 estudiantes (108 de Primaria y 173 de Secundaria) procedentes de 148 centros educativos de las 27 regiones establecidas por el Ministerio de Educación Pública. Esos estudiantes expusieron 154 proyectos acompañados de 154 tutores del centro educativo que representan.

Se conformó una muestra no probabilística incidental con 159 estudiantes de Secundaria (67 varones y 92 mujeres) con edades comprendidas entre los 13 a 20 años. El 41% correspondía al III ciclo de la Educación General Básica (sétimo, octavo y noveno nivel) y 59% cursaba el bachillerato (décimo, undécimo y duodécimo). Los participantes en el estudio procedían mayoritariamente de colegios públicos (92%), con modalidad académica (50%), técnica (35%), científica (10%) e indígena (5%). Los proyectos de excelencia se ubican en las siguientes categorías: monografía (18%), demostración de principios y procesos científico-tecnológicos (12%), investigación científica (43%) e investigación y desarrollo tecnológico (28%). En cuanto al área temática comprenden Salud y Medicina (25%), Ingeniería y Tecnología (22%), Ciencias Sociales y Humanidades (16%), Ciencias Ambientales (13%), Biología (13%), Ciencias de la Computación (6%), Física y Matemática (3%), Química y Ciencias de la Tierra y del Espacio (1%). El 70% de los participantes requirió entre 4 a 6 meses para el desarrollo del proyecto y tres cuartas partes de la muestra indica que fue el profesor de Ciencias quien les orientó en ese proceso. La estructura de estos proyectos contiene planteamiento del problema, objetivos, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y referencias. Estos criterios son de interés porque permiten caracterizar la muestra en términos de participación en los procesos de indagación correspondientes a la Feria de Ciencia y Tecnología en su etapa nacional.

Instrumento

Se utilizó un cuestionario tipo Likert integrado por seis ítems que indagaban sobre las emociones que experimentan los estudiantes de Secundaria hacia seis dimensiones del proceso de Feria de Ciencia y Tecnología: asignatura de Ciencias, elaboración del proyecto de indagación, área temática, tutor, juzgamiento e interacción entre los estudiantes investigadores. Es decir, se planteó un ítem para cada dimensión. Los participantes expresaron la intensidad de siete emociones negativas (susto, temor, enojo, tensión, frustración, aburrimiento y rechazo) y siete emociones positivas (entusiasmo, satisfacción, interés, aceptación, tranquilidad, bienestar y asombro) en el grado de acuerdo, en una escala comprendida entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Se utilizaron cinco alternativas de respuesta, puesto que diversos estudios indican que de 5 a 7 alternativas se incrementa la fiabilidad (Matas, 2018). Además, se incluye un glosario con el significado de cada emoción. En este artículo desarrollamos el análisis respecto a la elaboración del proyecto de investigación (ítem 2), por considerarla de mayor interés, sobre las demás se hará referencia en futuras publicaciones.

Puesto que se tenía la sospecha de que los datos no seguían una distribución normal, se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov y Smirnov. Los resultados indicaron que todas las variables presentan significatividades menores al 5% de significación estadística (p-valor<,05), por lo cual se establece que la muestra proviene de una población cuya distribución no es simétrica. La fiabilidad, medida en términos de consistencia interna, fue satisfactoria para las emociones positivas (α=,85) y emociones negativas (α=,82).

Procedimiento y análisis de datos

El cuestionario se aplicó en el desarrollo de la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología celebrada en San José de Costa Rica durante el 11 y 12 de noviembre de 2016. Los investigadores visitaron cada módulo de exposición de los proyectos donde explicaron el objetivo y las instrucciones a los estudiantes. Los padres y madres de los jóvenes firmaron un consentimiento informado avalando la participación en el estudio. Se realizó un análisis descriptivo exploratorio de los datos a través del cálculo de las medidas de tendencia central y distribución (media, desviación estándar y varianza) utilizando el programa SPSS versión 23. También, se llevó a cabo un análisis no paramétrico mediante la aplicación de la prueba U de Mann-Whitney para dos muestras no relacionadas (N=159) al 95% de confianza para determinar si existen diferencias significativas en cada variable. Además, para estimar la magnitud de las diferencias se estimó el error Tipo II (β), la potencia estadística a través de prueba de una cola y el tamaño del efecto.

Resultados

Análisis descriptivo exploratorio

Como se aprecia en la tabla 1 y figura 1, las emociones positivas hacia el desarrollo de un proyecto de indagación fueron experimentadas por ambos géneros con mayor intensidad, en comparación con las emociones negativas.

Tabla 1. Propiedades psicométricas de las variables del estudio en función del género

	Varones			Mujeres		
Variable	M	DE	S^2	M	DE	S^2
Susto	1,93	1,35	1,83	2,28	1,39	1,92
Temor	1,94	1,32	1,75	2,33	1,24	1,54
Enojo	1,72	1,08	1,18	1,65	1,06	1,13
Tensión	2,85	1,51	2,28	2,97	1,39	1,94
Frustración	2,36	1,48	2,20	2,09	1,21	1,47
Aburrimiento	2,12	1,30	1,68	1,64	,97	,94
Rechazo	1,55	,99	,98	1,37	,77	,59
Entusiasmo	3,76	1,29	1,67	4,18	1,12	1,25
Satisfacción	4,19	1,23	1,52	4,26	1,03	1,05
Interés	4,18	1,07	1,15	4,43	,95	,91
Aceptación	3,76	1,32	1,76	4,10	1,09	1,19
Tranquilidad	3,31	1,27	1,61	3,59	1,24	1,54
Bienestar	3,85	1,17	1,37	4,11	1,13	1,28
Asombro	3,79	1,35	1,83	3,99	1,21	1,46

Las emociones positivas de mayor intensidad en el conjunto femenino fueron interés (M=4,43; DE=,95), satisfacción (M=4,26; DE=1,03) y entusiasmo (M=4,18; DE=1,12); también, en los varones, las emociones positivas más intensas fueron interés (M=4,18; DE=1,07) y satisfacción (M=4,19; DE=1,23), no así el entusiasmo. Los resultados igualmente indican que las mujeres experimentaron todas las emociones positivas con mayor intensidad que los varones.

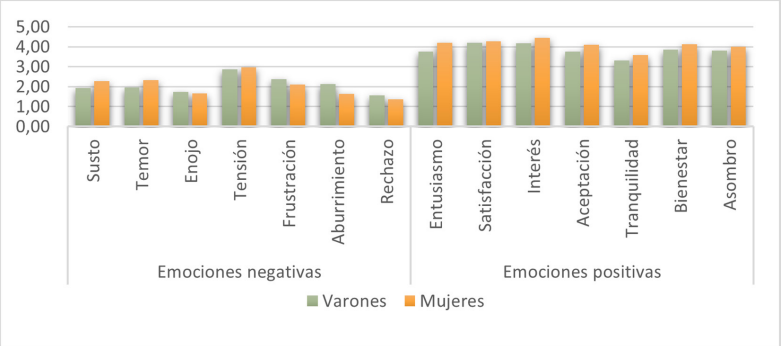


Figura 1. Intensidad de las emociones negativas y emociones positivas de los estudiantes de Secundaria hacia el desarrollo del proyecto de indagación en función del género

En cuanto a las emociones negativas, se aprecia que, entre las mujeres, tensión (M=2,97; DE=1,39), temor (M=2,33; DE=1,24), susto (M=2,28; DE=1,39) y frustración (M=2,09; DE=1,21) fueron las variables que alcanzaron las intensidades más altas. Por su parte, entre los varones, las emociones negativas más intensas fueron: tensión (M=2,85; DE=1,51), frustración (M=2,36; DE=1,48) y aburrimiento (M=2,12; DE=1,30). En cuanto a las diferencias según el género, frustración, aburrimiento, enojo y rechazo fueron experimentadas con mayor intensidad por los varones en comparación con las mujeres. No obstante, tensión, temor y susto fueron manifestadas por las mujeres con mayor intensidad en contraste con los hombres.

Análisis inferencial intergrupo en función del género

En la tabla 2 se muestran los resultados derivados de la prueba U de Mann Whitney con dos muestras independientes sobre las diferencias en las intensidades de cada variable en función del género.

Tabla 2. Prueba U de Mann Whitney para dos muestras no relacionadas en función del género

Variable	Mdn Varones	Mdn Mujeres	U	p	β	P	TE
Susto	72,63	85,36	3575,5	,063	52,0	48,0	,58
Temor	70,60	86,84	3711,5	,020*	40,4	59,6	,60
Enojo	81,83	78,67	2959,5	,613	89,2	10,8	,48
Tensión	77,78	81,62	3231,0	,595	87,1	12,9	,52
Frustración	83,71	77,30	2833,5	,358	66,3	33,7	,46
Aburrimiento	89,54	73,05	2443,0	,013	18,3	81,7	,40
Rechazo	84,50	76,72	2780,5	,167	65,7	34,3	,45
Entusiasmo	70,92	86,61	3960,5	,023*	31,0	69,0	,64
Satisfacción	80,96	79,30	3018,0	,802	89,7	10,3	,49
Interés	73,54	84,71	3515,0	,083	54,8	45,2	,57
Aceptación	73,99	84,38	3485,0	,136	46,9	53,1	,57
Tranquilidad	74,17	84,24	3472,5	,158	60,2	39,8	,56
Bienestar	73,49	83,92	3451,0	,129	59,5	40,5	,56
Asombro	76,65	82,44	3306,5	,400	75,2	24,8	,54

*p<,05

Los resultados indican que las mujeres experimentaron las emociones positivas frente al desarrollo del proyecto de indagación con mayor intensidad a diferencia de los hombres. Sin embargo, se hallaron diferencias significativas entre género únicamente para entusiasmo (Mdn=86,81; U=3960,5; p=,023; β=31,0; P=69,0%; TE=,64) favorable al conjunto femenino. En este caso, el tamaño del efecto es mediano. También, se aprecia que los varones experimentaron con mayor intensidad mediana aburrimiento, rechazo, frustración y enojo en comparación con las mujeres. No obstante, en ninguna de esas variables se establecen diferencias significativas. Las mujeres manifestaron con mayor intensidad mediana temor, susto y tensión, estableciéndose diferencias significativas en temor (Mdn=86,84; U=3711,5; p=,020; β=40,4; P=59,6; TE=,60) en mayor medida de las mujeres, con un tamaño del efecto interpretado como pequeño. Tanto en las variables temor como entusiasmo, las probabilidades de cometer errores tipo II son bajas.

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que los estudiantes de ambos géneros experimentan con mayor intensidad las emociones positivas en comparación con las emociones negativas respecto a la realización del proyecto. En términos globales, interés, satisfacción y entusiasmo registran las intensidades más altas. Consideramos que la indagación genera una exaltación emocional positiva en el alumnado pues realizan actividades que les demanda una mayor implicación emocional e intelectual, lo cual también les permite desarrollar competencias al explorar diferentes áreas de la ciencia, como realizar procedimientos científicos de acuerdo con la categoría de su proyecto, la elaboración de informes y la exposición de los hallazgos ante un conjunto de especialistas y un público con diferentes niveles de escolarización. A manera de reflexión, consideramos que la interacción entre pares y tutor durante la indagación reafirma la empatía, respeto y

colaboración, especialmente durante la elaboración del informe, momento en el que se enfrentan a las mayores dificultades. Además, todas las emociones positivas fueron experimentadas con mayor intensidad por las mujeres. En cuanto a las emociones negativas, existen diferencias leves, pues las mujeres experimentan con menor intensidad frustración, aburrimiento, enojo y rechazo en contraste con los varones; mientras que el conjunto femenino manifiesta tensión, temor y susto con intensidades más altas a diferencia de los hombres. Finalmente, se encontraron diferencias significativas en temor y entusiasmo en mayor medida de las mujeres. Si bien, son las chicas quienes experimentan con mayor frecuencia emociones negativas hacia contenidos de Física, Química y Tecnología (Dávila-Acedo et al., 2016; Ramírez y Dávila-Acedo, 2017), en el presente estudio en referencia a proyectos de indagación y no por asignaturas representan el género que registra las mayores intensidades de emociones positivas.

Agradecimientos

El estudio ha sido financiado por la Universidad de Costa Rica con el aval de la Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa.

Referencias

Ainley, M. y Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, *36*(1), 4-12. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001

Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Extremadura, Badajoz.

Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. y Moller, S. (2018). Boosting the numbers of STEM majors? The role of high schools with a STEM program. *Science Education*, 102, 85-107. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.21318

Cunningham, C. M. y Carlsen, W. S. (2014). Precollege Engineering Education. En N. G. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education (Vol. 2)* (pp. 747-758). Nueva York: Routledge.

Dávila-Acedo, Mª. A., Borrachero, A. B., Cañada, F. y Sánchez, J. (2016). Influencia del género en las emociones experimentadas hacia el aprendizaje de Física y Química por los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. En J. Sánchez y F. Cañada (Eds.), *Ciencias para comprender el mundo. Investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 85-93). Madrid: Entinema.

King, D., Ritchie, S., Sandhu, M. y Henderson, S. (2015). Emotionally Intense Science Activities. *International Journal of Science Education*, *37*(12), 1886-1914. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1055850

Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 20*(1), 38-47. DOI: https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347

Oliva, J. M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J., Vázquez-Alonso, Á. y Acevedo, J. A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias, 22*(3), 425-440. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21992

Ramírez, J. M. y Dávila-Acedo, Mª. A. (2017). Las emociones según el género, en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. Ápice. Revista de Educación Científica, *1*(2), 18-37. DOI: https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.2.2091

Retana-Alvarado, D. A. y Vázquez-Bernal, B. (2016). Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica: una experiencia que motiva la elección de carreras científicas y tecnológicas. *Campo Abierto: Revista de Educación, 35*(1), 13-30. Recuperado de: https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2824

Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2016). Modelización de un constructo teórico sobre la percepción del alumnado en procesos de indagación en ciencias. *Revista de Psicodidáctica*, *21*(1), 25-44. Recuperado de: http://www.ehu.eus/ojs/index.php/psicodidactica/article/view/13000

Actitudes hacia la ciencia de alumnado interesado en actividades científicas extracurriculares

Radu Bogdan Toma, Jairo Ortiz-Revilla e Ileana M. Greca

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación. Universidad de Burgos

rbtoma@ubu.es

Resumen:

En el presente estudio se evalúan siete dimensiones de las actitudes hacia la ciencia de 958 estudiantes de 3º a 6º curso de Educación Primaria que asisten a actividades extracurriculares de ciencias. Los resultados muestran actitudes favorables que, no obstante, varían en función del sexo y del curso escolar de los participantes. Más específicamente, las niñas poseen actitudes más negativas hacia las clases de ciencia y hacia las carreras científicas que los niños. También se ha registrado un descenso de actitudes positivas hacia las clases de ciencia y las carreras científicas en 5º y 6º curso, con independencia del sexo de los participantes. Estos resultados evidencian la necesidad de tomar medidas educativas para prevenir el descenso de las actitudes hacia la ciencia, especialmente a partir del 4ºcurso de Educación Primaria.

Palabras clave: actitudes hacia la ciencia; vocaciones científicas; TOSRA; Educación Primaria; extracurricular.

Introducción

Desde hace algunos años, se ha venido registrando un desinterés generalizado de los estudiantes hacia cuestiones científico-tecnológicas. Esta situación se presenta preocupante, ya que, además de provocar un descenso de las matrículas en carreras de esta índole (EC, 2015), repercute en la alfabetización científica de los individuos (Osborne y Dillon, 2008). Las investigaciones que abordan la problemática del descenso de actitudes positivas hacia la ciencia parecen mostrar que el período de 10 a 14 años resulta crítico para moldear actitudes y aspiraciones de los estudiantes hacia carreras científicas (Tai, Liu, Maltés y Fan, 2006). No obstante, en España existen pocos estudios enfocados a estudiar las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de Educación Primaria, sobre todo desde edades tempranas (p. ej. de Pro Bueno y Pérez Manzano, 2014; Vázquez y Manassero, 2008).

Por esta razón, el objetivo principal de esta investigación es diagnosticar las actitudes hacia la ciencia que poseen los estudiantes de Educación Primaria según el sexo y curso escolar en una muestra novedosa conformada por estudiantes de 3º a 6º curso de Educación Primaria que participa voluntariamente en actividades extracurriculares de ciencia. Al tratarse de una amplia muestra con características poco investigadas se puede aportar luz al estudio de este constructo y con ello velar por la mejora de la alfabetización científica temprana del alumnado sin relegar esta competencia a etapas escolares posteriores (Ortiz-Revilla, Greca y Adúriz-Bravo, 2017).

Fundamentación teórica

El estudio de las actitudes hacia la ciencia resulta difícil pues, como se indica desde la psicología, las actitudes son un constructo complejo. Más bien, están conformadas por un número variado de sub-constructos que contribuye en mayor o menor medida al desarrollo de la actitud de un individuo hacia la ciencia. En el caso de las actitudes hacia la ciencia, los sub-constructos han sido introducidos por diferentes autores que abordan esta problemática (Osborne, Simon y Collins, 2003). En este estudio se adopta la postura de Klopfer (1971) que establece una clasificación global del término "actitud hacia la ciencia" distinguiendo los siguientes sub-constructos o dimensiones: 1) actitudes hacia la ciencia y los científicos; 2) actitud hacia la investigación; 3) adopción de actitudes científicas; 4) disfrute de experiencias de aprendizaje de las ciencias; 5) interés por la ciencia aparte de las experiencias de aprendizaje; y 6) interés por una carrera de ciencia.

Antecedentes

Los principales estudios sobre actitudes hacia la ciencia versan sobre el análisis de las diferentes dimensiones teniendo en cuenta el sexo y la edad de los estudiantes. En cuanto al sexo, la mayoría de los estudios muestran que los niños presentan mejores actitudes hacia la ciencia que las niñas (Denessen, Vos, Hasselman y Louws, 2015; DeWitt y Archer, 2015; de Pro Bueno y Pérez Manzano, 2014; Vázquez y Manassero, 2008). Las niñas suelen presentar niveles más bajos de disfrute en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología (Denessen et al., 2015) y se manifiestan más indecisas sobre su preferencia por las carreras relacionadas con estas. En contraste con estos resultados, un estudio realizado por Akpınar, Yıldız, Tatar y Ergin (2009) encontró más interés hacia la ciencia entre las participantes niñas; no obstante, no fue así en cuanto a los factores de ansiedad y disfrute de los experimentos científicos. Algunos estudios recientes, sin embargo, informan que no hay diferencias entre niñas y niños de Educación Primaria en sus actitudes hacia la ciencia (Khishfe y Boujaoude, 2016; Babaoğlan y Arıkan, 2017).

En relación con la edad y el nivel académico, la literatura reporta datos consistentes acerca de un patrón decreciente en las actitudes positivas de los estudiantes hacia la ciencia a medida que estos aumentan (Akpınar et al., 2009; Denessen et al., 2015; DeWitt y Archer, 2015; de Pro Bueno y Pérez Manzano, 2014; Vázquez y Manassero, 2008). Aunque las actitudes hacia la ciencia escolar disminuyen drásticamente en la etapa de Educación Secundaria, las actitudes hacia la importancia de la ciencia parecen seguir siendo positivas (Akpınar et al., 2009). Sin embargo, los estudiantes de Educación Primaria y de los dos primeros niveles de Secundaria suelen mostrar actitudes negativas hacia el disfrute de las clases de ciencias (DeWitt y Archer, 2015), especialmente durante el segundo curso de Secundaria, momento en el que se produce la mayor disminución de las actitudes favorables hacia la ciencia (Akpınar et al., 2009).

Método

En este trabajo se administró la adaptación de la escala TOSRA (Toma y Greca, 2018) que está formada por un total de 14 ítems de tipo Likert que miden 7 dimensiones de las actitudes en una escala de 1 a 4 puntos que oscila entre "Totalmente en desacuerdo" y "Totalmente de acuerdo" (ver figura 1). La escala TOSRA se desarrolló a partir de la clasificación realizada por Klopfer (1971). La muestra estuvo conformada por un total de 958 estudiantes (54.6% niñas) provenientes de 32 centros públicos y concertados, de la ciudad y la provincia de Burgos (3º n = 200; 4º n = 269; 5º n = 275; 6º n = 214). Los casos perdidos varían de 0.5 a 5.4%, en función de la dimensión de la escala TOSRA. A partir de los resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov, se usó una estadística no paramétrica, empleándose el estadístico U de Mann-Whitney para la variable "sexo" y la prueba de Kruskall Wallis para estudiar la variable "curso escolar". La prueba fue administrada durante una actividad extracurricular de ciencias desarrollada los sábados en horario matutino.

Resultados

Según los resultados del TOSRA los estudiantes de este estudio muestran actitudes globales positivas y muy positivas hacia la ciencia. Más específicamente, cinco de las siete dimensiones de las actitudes hacia la ciencia abordadas en este estudio registran medias superiores a 3 puntos. Las dimensiones en las que se han encontrado una actitud más negativa han sido "disfrute de las clases de ciencia" y "actitudes hacia las carreras científicas" (ver Figura 1). Estas puntuaciones, si bien varían en función del curso escolar (ver Figura 2), se mantienen por encima de una media de 2 puntos, lo que parece indicar que los estudiantes que participan en actividades extracurriculares de ciencias poseen, en su conjunto, actitudes positivas hacia la ciencia.

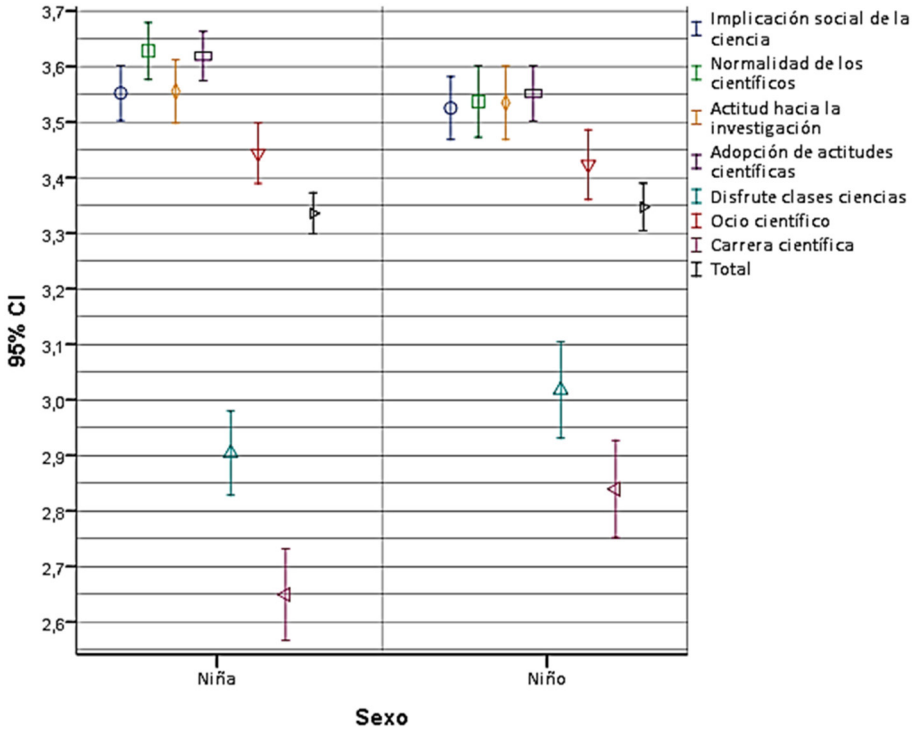


Figura 1. Puntuaciones de la escala TOSRA según el sexo de los participantes

En cuanto a la variable sexo de los participantes (ver figura 1), se registró una diferencia no significativa en las actitudes hacia la ciencia de los niños y las niñas (*U* =98899, *z* = -.780, *p* = .435, *r* = .02). No obstante, un análisis pormenorizado indica que estas actitudes difieren significativamente en cuatro de las siete dimensiones que componen la escala TOSRA. Así, los niños poseen unas actitudes más negativas hacia la normalidad de los científicos (*U* = 103770.5, *z* = -2.044, *p* = .041, *r* = .06) y hacia la adopción de actitudes científicas (*U* = 102137.5, *z* = -2.402, *p* = .016, *r* = .07) y las niñas poseen actitudes más negativas hacia las carreras de ciencia (*U* =98925, *z* = -3.016, *p* = .003, *r* = .1) y disfrutan menos durante las clases de ciencias que los niños (*U* = 101520, *z* = -2.359, *p* = .018, *r* = .08).

En cuanto a la variable curso escolar, los estudiantes de cursos inferiores poseen unas actitudes significativamente más positivas que los de cursos superiores, tanto en la puntuación global del TOSRA [$\chi 2$ (3, n = 906) = 25.189, p < .001] como en cuatro de sus dimensiones. Más específicamente, los estudiantes de 4º curso de Primaria valoran más positivamente la adopción de actitudes científicas que los estudiantes de 6º [$\chi 2$ (3, n = 948) = 10.162, p =.017]. Los estudiantes de 3er y 4º curso disfrutan significativamente más las clases de ciencias en comparación como los de 5º y 6º [$\chi 2$ (3, n = 947) = 27.376, p <.001], y además, muestran actitudes más positivas hacia el ocio

científico [χ2 (3, n = 953) = 51.964, p <.001]. Por último, los estudiantes de 4º poseen actitudes significativamente más positivas hacia las carreras de ciencia que los de 5º y 6º [χ2 (3, n = 948) = 20.196, p < .001]. Estos resultados se recogen en la Figura 2.

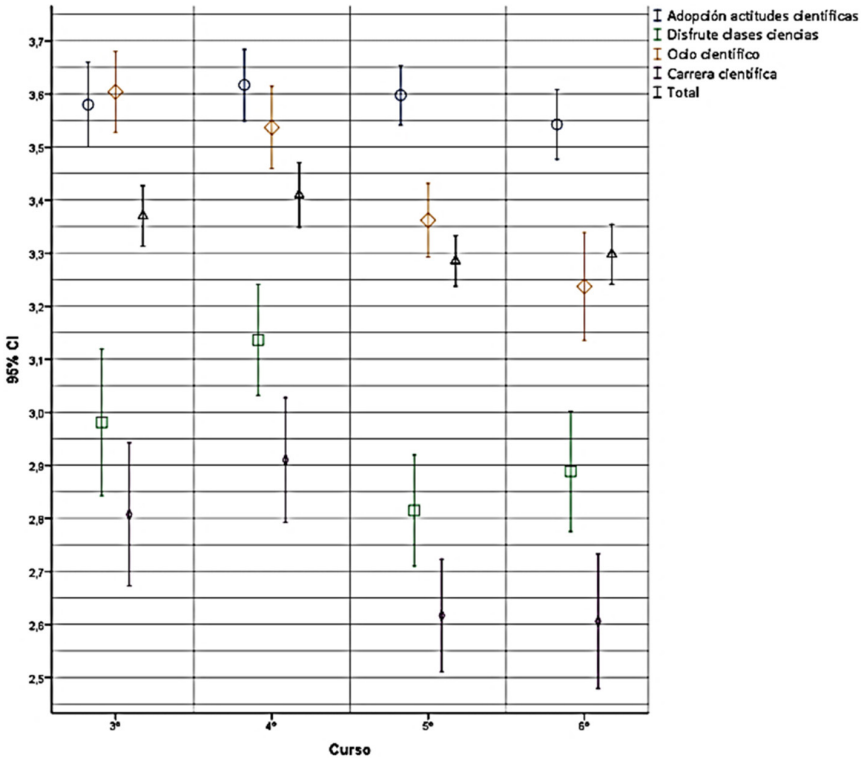


Figura 2. Puntuaciones de la escala TOSRA según el curso escolar de los participantes

Discusión

En relación a la variable "sexo de los participantes", los resultados de este estudio no son concluyentes. Teniendo en cuenta la puntuación global obtenida en la escala TOSRA, parecería no existir una influencia del sexo en la formación de actitudes hacia la ciencia, coincidiendo con Babaoğlan y Arıkan (2017) y Khishfe y Boujaoude (2016). No obstante, un análisis más detallado reporta, por un lado, actitudes significativamente más positivas por parte de las niñas en dos de las dimensiones —"normalidad de los científicos" y "adopción de carreras científicas"—, y por otro, actitudes más positivas por parte de los niños en las dimensiones "disfrute de las clases de ciencia" y "carrera científica" que confirman los resultados predominantes en la literatura (Denessen et al., 2015; DeWitt y Archer, 2015; de Pro Bueno y Pérez Manzano, 2014; Vázquez y Manassero, 2008). Cabe resaltar que el constructo en el que se ha registrado actitudes menos positivas está relacionado con las carreras de ciencia, independientemente del sexo, resultado que coincide con los datos del descenso de número de matrículas en carreras científicas. No obstante, dadas las actitudes positivas de los estudiantes en las restantes dimensiones de la escala TOSRA, no resulta claro a qué factores se deben las actitudes menos favorables hacia las carreras de ciencia, fenómenos que requieren de futuros estudios.

En cuanto a la variable "curso escolar", aunque se han registrado actitudes positivas en todos los cursos de Educación Primaria, en términos globales las actitudes hacia la ciencia disminuyen a medida que aumenta el curso escolar, algo que parece coincidir con los resultados previos obtenidos a nivel nacional (Vázquez y Manassero, 2008) e internacional (Akpınar et al., 2009; Denessen et al., 2015; DeWitt y Archer, 2015). Sin embargo, en este estudio se registra que en

el 4º curso de Primaria los estudiantes alcanzan un pico de actitudes más positivas que van descendiendo en cursos posteriores.

Conclusiones

En conjunto, la presente investigación muestra que los estudiantes que participan en actividades extracurriculares de ciencias poseen actitudes favorables hacia la ciencia, sin embargo, se registran diferencias en función del sexo y del curso escolar. Las niñas y los niños de esta investigación han mostrado actitudes diferentes en cuatro de las siete dimensiones de la escala TOSRA y los estudiantes de cursos superiores han registrado una puntuación más baja en tres dimensiones. Específicamente, las niñas parecen tener una concepción más positiva de los científicos pero disfrutan menos de las clases de ciencias y poseen actitudes menos positivas hacia las carreras de índole científica en comparación con los niños. Por otro lado, a partir de 4º curso, los estudiantes poseen actitudes menos positivas hacia la adopción de actitudes científicas, muestran menos interés por un ocio científico y, finalmente, reportan menos interés por proseguir carreras de ciencias. Cabe destacar que los estudiantes de 5º curso son los que reportan actitudes más negativas hacia las clases de ciencia.

En definitiva, este trabajo parece indicar que los estudiantes de esta muestra, a pesar de poseer un alto interés por actividades extracurriculares y contar con apoyo familiar para asistir a ellas, poseen actitudes hacia la ciencia que siguen el patrón registrado en la literatura, especialmente en relación con el descenso de actitudes favorables a partir de 4º curso y en relación con las carreras de ciencias y el disfrute de las clases de ciencias, resultados que se acentúan en el caso de las niñas. Estos resultados son relevantes pues resaltan la necesidad de desarrollar intervenciones educativas enfocadas a prevenir este descenso de actitudes favorables desde edades más tempranas, especialmente a partir del 4º curso de Educación Primaria, que parece ser un punto de inflexión.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Federación Española de Ciencia y Tecnología (FECyT) a través delos proyectos FCT-16-10972 y FCT-17-12219.

Referencias

Akpınar, E., Yıldız, E., Tatar, N., y Ergin, Ö. (2009). Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2804-2808. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.498

Babaoğlan, B., y Arıkan, T. (2017). Sixth grade students' attitude toward science course. *Turkish Journal of Education*, 6(2), 68-78. https://doi.org/10:10.19128/turje.294844

Denessen, E., Vos, N., Hasselman, F., y Louws, M. (2015). The relationship between primary school teacher and student attitudes towards science and technology. *Education Research International*, 2015, 1-7. https://doi.org/10.1155/2015/534690

DeWitt, J., y Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170-2192. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899

European Commission (2015). *Science education for Responsible Citizenship* [versión PDF] https://doi.org/10.2777/ 12626

Khishfe, R., y Boujaoude, S. (2016). Lebanese students' conceptions of and attitudes towards science and related careers based on their gender and religious affiliations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14 (Supplement 1), 145-167. https://doi.org/10.1007/s10763-014-9587-0

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. En B. S. Bloom, J. T. Hastings y G. F. Madaus (Eds.), *Handbook on Summative and Formative Evaluation of Student Learning* (pp. 559-641). Nueva York, NY: McGraw-Hill.

Osborne, J., y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections.* Recuperado del sitio de Internet de Nuffield Foundation: http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final(1).pdf

Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. https://doi.org/10.1080/0950 069032000032199

Ortiz–Revilla, J., Greca, I. M., y Adúriz–Bravo, A. (2017). *Presencia y caracterización de las competencias científica y matemática en estudios sobre Educación Primaria*. Ponencia presentada en el I Congreso Nacional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática y II Congreso Regional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza, Tandil, Argentina.

de Pro Bueno, A., y Pérez Manzano, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1015

Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V., y Fan, X. (2006). Planning early for careers in Science. *Science*, 312(5777), 1143–1144. https://doi.org/10.1126/science.1128690

Toma, R. B., y Greca, I. M. (2018). The effect of Integrative STEM instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(4), 1383-1395. Recuperado de http://www.ejmste.com/The-Effect-of-Integrative-STEM-Instruction-on-Elementary-Students-Attitudes-toward,83676,0,2.html

Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5*(3), 274-292. Recuperado de http://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3740

Disoluciones y alcohol: Una intervención integradora para 4º ESO

Amparo Elisa Benéitez Villamor[1], Ángel Ezquerra Martínez[1], Iván Ezquerra-Romano[2], Paloma G. Campillejo[3]

[1]Dpto. Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense de Madrid. [2]Dept. of Neuroscience, Physiology and Pharmacology. University College London, UK. [3]Dpto. Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense de Madrid.

amparoelisa.beneitez@edu.ucm.es

Resumen:

Cada vez son más conocidos los efectos del alcohol en el cerebro de los adolescentes. En la intervención analizada en este trabajo mostramos un ejemplo de alfabetización científica que plantea como integrar contenidos disciplinares de Física-Química (disoluciones) y Biología-Geología con los hábitos de consumo y salud; en concreto, con la ingesta de alcohol. Entre las conclusiones, destaca que la mayoría de los adolescentes indicaron que carecían de información científica, precisa y contrastada para valorar los riesgos derivados del consumo de alcohol. En este sentido, la actuación presentada parece haber logrado que un grupo de jóvenes alumnos de 4º de ESO aumente su percepción del riesgo en base a un conocimiento conceptual y procedimental sobre esta sustancia.

Palabras clave: disoluciones; consumo de alcohol; ESO; alfabetización científica; percepción del riesgo.

Introducción

Según el informe de resultados de la VIII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología-2016 (FECYT, 2017), el tema informativo que despierta un mayor interés entre la población española es *medicina y salud* (35,9% de encuestados). Estos datos parecen indicar que los conocimientos que precisa la ciudadanía en materia de salud deberían ser referentes en el currículo escolar y en el trabajo en el aula.

Farmacológicamente, el alcohol ha sido considerado por la OMS (WHO-OMS, 2017) como una de las drogas potencialmente más peligrosas para la salud física, psíquica y social de las personas, por encima de la cocaína, los estimulantes sintéticos, los alucinógenos o los derivados del cannabis. Desde el punto de vista cultural, social y legal, el alcohol es una droga institucionalizada, es decir, "está plenamente integrada en las pautas de comportamiento de la sociedad, tiene el respaldo de la tradición histórico-cultural y su producción, venta y consumo no están penalizados" (Pons y Berjano, 1999). Como consecuencia, la sociedad ha ido estableciendo mecanismos para formar a sus ciudadanos en su gestión. Sin embargo, los cambios sociales pueden dejar obsoletos algunos resortes. Esto parece preocupar más a los profesionales sanitarios que al resto de la población (Pascual, 2002).

Patrones de consumo

Entre los factores asociados al consumo de alcohol entre los jóvenes destacan el bajo nivel de información, poca autoestima, actitudes antisociales, insatisfacción con el tiempo de ocio o baja

percepción del riesgo (Méndez-Ruiz et al., 2015). Es decir, los jóvenes consideran que el consumo de alcohol es un elemento para la diversión y tienden a infravalorar las consecuencias su ingesta. Además, creen que puede mejorar las relaciones sociales e incluso ser útil en la cohesión del grupo de iguales (Pons y Buelga, 2011; Pascual, 2002).

Según el Observatorio Español de la Droga y otras Toxicomanías (2016), el 78,9% de los jóvenes de 14 a 18 años ha consumido alcohol alguna vez y el 68,2% en el último mes. En cuanto a la edad media de inicio en el consumo de alcohol, ésta se sitúa en los 13,8 años. Además, un 56,5% de los estudiantes de 16 años dice haber experimentado esta intoxicación. Por sexo, la ingesta en los últimos treinta días se encuentra más extendida entre las mujeres (69,5%) que entre los hombres (66,9%).

Según esta misma encuesta, el consumo de alcohol entre los estudiantes de 14-18 años se realiza principalmente en bares o pubs (el 37,1% reconoce haber tomado alcohol en estos lugares en los últimos 30 días), en plazas, parques y otros espacios públicos (33,9%) o en discotecas (29,5%). Además, más de la mitad de los adolescentes de entre 14 y 18 años admite haber hecho botellón en los últimos 12 meses (57,6%) y 1 de cada 4, en los últimos 30 días.

Efectos en la salud

La adolescencia abarca la segunda década de la vida; a nivel cerebral, se producen cambios neuromadurativos importantes que se extienden hasta aproximadamente los 25 años. La adolescencia se caracteriza por un desarrollo muy importante del cerebro que incluye el establecimiento, la remodelación y la consolidación de los circuitos neuronales en lugares clave de la corteza prefrontal y en otras áreas corticales y subcorticales, esenciales en las funciones ejecutivas del cerebro (Rodríguez García, Sanchiz y Bisquerra, 2014, p.255).

El abuso del alcohol durante la adolescencia parece disminuir el volumen de la corteza prefrontal y la correcta formación de ciertas estructuras cerebrales. Además, procesos cognitivos como la atención, el funcionamiento visuoespacial, y el aprendizaje y recuperación de memorias parece verse afectado por el abuso de esta sustancia (Bava & Tapert, 2010).

Nosotros, como profesores de ciencia, nos hemos acercado a esta situación a través del diseño e implementación de una propuesta didáctica con contenidos científicos. Consideramos que, de este modo, los estudiantes pueden llegar a comprender los conceptos y procedimientos ligados a esta sustancia y su consumo. Consideramos que, estos aprendizajes deberían desarrollar actitudes propias –personales– basadas en criterios científicos que les permitan manejar y reducir los riesgos vinculados a esta sustancia.

La intervención educativa

La actual Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOE 2/2006; LOMCE 8/2013) integra en el currículo escolar contenidos sobre la prevención de drogas. Entre los objetivos de la ESO se encuentran “valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud” o “afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales” (Real Decreto 1105/2014). Las asignaturas que hacen referencia al alcohol son Física y Química, Educación Física, Cultura Científica y Biología y Geología. Sin embargo, las prescripciones curriculares resultan algo fragmentarias. Así, la relación que hay entre los contenidos de Física y Química en 4º ESO y los aspectos relacionados con el consumo de alcohol se centran en un enfoque puramente químico, en el que las bebidas alcohólicas son mezclas homogéneas y el etanol es un compuesto químico de naturaleza orgánica. En los contenidos curriculares de Biología, en 3º ESO, sí existe una referencia al alcoholismo al hablar de hábitos de vida saludable, pero en 4º no se contempla.

Otros trabajos (Torres, 2002), han estudiado las creencias y conductas con relación al consumo de alcohol de los alumnos de 1º y 2º ESO. La finalidad era diseñar propuestas didácticas que die-

ran respuesta a los factores reales que determinan este hábito en la población escolar, tal como han concreta García et al. (2003).

La planificación de nuestra propuesta buscaba integrar conocimientos científicos y didácticos, experiencia práctica y concepciones ideológicas (Pro, 1999). Esto se concretó en objetivos, contenidos, competencias, actividades y criterios de evaluación correspondientes. A continuación, mostramos un resumen de las actividades realizadas (ver Tabla 1). Se entremezclan contenidos que figuran en el currículo de 3º y 4º de ESO con otros que ni siquiera se recogen en la normativa. Pensemos que, frente a la estructuración academicista del currículo, la organización realista de los contenidos, las situaciones cotidianas ayudan a entrelazar cuestiones científicas, sociales, psicológicas… (Ezquerra, Fernández-Sánchez y Magaña, 2015).

Hemos antepuesto las necesidades formativas de los alumnos (detectadas en la actividad inicial), la coherencia estructural y la autorreflexión sobre qué conocimientos aprender. Los diferentes modos de seleccionar contenidos han sido analizados y categorizados, entre otros, por autores como Porlán et al. (2011).

Tabla 1. Resumen de las actividades realizadas

Actividades iniciales	➢ *Evaluación inicial*, actividad de diagnóstico. Se plantean tareas para valorar los conocimientos iniciales de los alumnos sobre disoluciones y alcohol. Se incluyeron problemas de cálculo de concentraciones, ejercicios relacionados con los efectos de las bebidas alcohólicas, terminología específica sobre el consumo de alcohol, etc. ➢ Al finalizar esta intervención, se pide a los alumnos que, para la próxima sesión, traigan anotado qué bebidas alcohólicas han ingerido durante el fin de semana y las cantidades.
Actividades de desarrollo	➢ *Clasificando la materia.* Se proponen diversos ejemplos sobre los sistemas materiales y su clasificación. El trabajo se realiza en grupos. El objetivo es fomentar el trabajo cooperativo y comprobar si los estudiantes son capaces de clasificar los diferentes sistemas materiales. ➢ *Disoluciones.* Se analizan los conceptos de disolución y mezclas homogéneas y heterogénea (componentes, cómo se clasifican, métodos de separación más utilizados, formas de expresar la concentración, etc.). ➢ *Ejercicios de aplicación y revisión de conocimientos.* ➢ *Lluvia de ideas. ¿Qué es una droga?* Durante tres minutos los alumnos anotan en una hoja las dos palabras que utilizarían para definir el término “droga”. A continuación, el profesor escribe en la pizarra algunas de ellas, pudiendo elaborar una definición conjunta. Esta actividad permite al profesor introducir el concepto de alcohol como droga institucionalizada. ➢ *Bebidas alcohólicas: el etanol.* Se exponen las propiedades químicas del alcohol (haciendo hincapié en el etanol), métodos de obtención, tipos de bebidas alcohólicas *(fermentadas y destiladas)*, g*raduación alcohólica* ➢ *El alcohol en el organismo.* Se exponen los aspectos biológicos, neurológicos y técnicos de la ingesta de alcohol, cómo se metaboliza, qué es la alcoholemia, la Unidad de Bebida Estándar y sus equivalencias, la Intoxicación Etílica Aguda, etc. Los alumnos disponen de material adicional en https://www.drugsand.me/en/alcohol/ (Ezquerra-Romano et al., 2017). ➢ *En primera persona.* Se pretende que los alumnos dispongan de los conocimientos técnicos necesarios para reflexionar sobre su forma de ingerir alcohol. Para ello, cada grupo utiliza los datos que recogieron el fin de semana sobre su consumo de alcohol y se analiza el tiempo supuesto de metabolización, la alcoholemia alcanzada, las UBE ingeridas.
Actividades finales	➢ *Evaluación final*. Los alumnos resuelven de nuevo la *Actividad Inicial*. El profesor puede obtener conclusiones acerca del grado de conocimiento que han alcanzado sus alumnos. ➢ *Impacto actitudinal.* Los alumnos expresan su opinión sobre la utilidad de la unidad didáctica y sobre el efecto que estos contenidos han tenido sobre su actitud hacia el consumo de alcohol.

Esta propuesta se aplicó a un grupo de 28 alumnos de 4º de ESO a lo largo de 6 sesiones de trabajo de 50 min. Mostramos los resultados derivados de la actividad "Impacto Actitudinal".

Resultados y análisis

Pregunta 1. *¿Consideras importantes los conceptos químicos aprendidos sobre las bebidas alcohólicas? ¿Por qué?*

Todo el grupo de estudiantes coincidió en contestar afirmativamente. Entre sus argumentos resulta interesante destacar la existencia de una visión ligada a los conocimientos técnicos y el manejo de riesgos y otra más perceptiva, ligada a la concienciación. Así, las citas literales pueden ser agrupadas en:

- Los nuevos conocimientos nos permitirán manejar la ingesta de alcohol: "Ahora conocemos, científicamente, los efectos y riesgos del alcohol en el cuerpo", "Resultan útiles", "Podemos calcular la masa de etanol ingerida", "Ahora sé cuánto beber", "Ayudan a entender lo que podemos consumir", "Ahora sabemos controlarnos".
- Los nuevos conocimientos nos harán concienciarnos: "Sirven para aprender y concienciarnos" "Es muy importante tener estos conocimientos para evitar situaciones peligrosas", "Los jóvenes que beban tomarán más precauciones en el futuro", "Así tenemos más cuidado al beber", "Antes no sabía estos conceptos sobre el alcohol".

Pregunta 2. *¿Modificarán estos conceptos tus hábitos de consumo de alcohol? Justifica tu respuesta.*

Los argumentos expuestos pueden ser agrupados en visiones diferentes:

- Un 7% respondió negativamente al cambio de hábitos, alegando: "sé controlarme" o "no bebo tanto".
- Otro 25% de la clase, afirmó que no modificará sus hábitos porque no beben alcohol pero que si lo hicieran sí considerarían lo aprendido para no "arruinar su cuerpo".
- Un 68% contestó que sí cambiará sus hábitos. Estas respuestas parecen seguir los dos tipos de planteamientos observados en la pregunta anterior: "Al tener más conocimientos estoy más concienciado", "Porque el alcohol me perjudica de un modo que no sabía", "Sería más precavido", "Al saber más no me expondré al consumo de alcohol", "Bebería con más cuidado", "Ahora sé hasta dónde puedo beber para no tener riesgos", "Porque me he informado de ciertas cosas que no sabía y que son muy perjudiciales"

Pregunta 3. *¿Ha aumentado tu percepción del riesgo de la ingesta de alcohol después de esta Unidad Didáctica? ¿Por qué?*

Un 4% señaló que no, dado que ya conocía los efectos nocivos del alcohol. El 96% afirmó que sí había aumentado su percepción del peligro.

Pregunta 4. *Indica qué contenidos del tema te han resultado más útiles y aplicarías en tu actitud hacia el consumo de alcohol y por qué.*

Se recogieron multitud de respuestas que hacían alusión a las etapas del alcohol en el organismo "porque creía que se tardaba mucho menos en eliminar", la graduación alcohólica y la UBE "cuando beba intentaré escoger las bebidas con menos grados"), la tasa de alcoholemia "cuando sea mayor podré ver cuánto puedo beber";

Pregunta 5. *¿Crees que los jóvenes deberían disponer de estos conocimientos sobre los efectos de la ingesta de alcohol? Justifica tu respuesta.*

Todos los grupos indicaron que sería importante conocer los efectos de la ingesta de alcohol. Las razones hacían alusión a que "muchas situaciones de riesgo se producen por la desinformación", "a veces hacemos las cosas mal por ignorancia" o "verdaderamente [esta información] te hacen reflexionar".

Pregunta 6. *¿Consideras que el botellón es la única forma de entretenimiento para los adolescentes? Justifica tu respuesta.*

El 100% de los alumnos contestó rotundamente que no, que "hay infinidad de entretenimientos". Sin embargo, no se recogieron ejemplos concretos sobre estas otras formas de divertirse, salvo el deporte y los videojuegos.

Conclusiones

Del análisis de la bibliografía se observa la existencia de un problema respecto al consumo del alcohol en los jóvenes. Esta situación ha sido considerada desde el punto de vista legislativo, sanitario y educativo. Así, nuestros alumnos si parecían conocer el discurso coercitivo preponderante sobre el consumo de alcohol en jóvenes. Sin embargo, este planteamiento no parece haber logrado modificar su comportamiento.

Por otra parte, los alumnos de nuestra muestra indicaron una ausencia de conocimientos científicos sobre el consumo de alcohol. Los primeros datos de este trabajo parecen indicar que los contenidos conceptuales y procedimentales de carácter científico sobre los efectos del alcohol producen un cambio actitudinal en nuestros alumnos. Este resultado nos impulsa a profundizar, en futuros trabajos, sobre la vinculación los distintos contenidos educativos.

Referencias bibliográficas

Bava, S., & Tapert, S. F. (2010). Adolescent brain development and the risk for alcohol and other drug problems. *Neuropsychology review*, *20*(4), 398-413. DOI: https://doi.org/10.1007/s11065-010-9146-6

Ezquerra-Romano, I.; Lubroth, P.; Hirschbaeck; G.; North, P. & Sebag, A. (2017). Alcohol. Drugs and me. Recuperado de: https://www.drugsand.me/en/alcohol/

Ezquerra, A.; Fernández-Sánchez, B.; Magaña, M. (2015). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su repercusión en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico "energía". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12(3)*, 491-507. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92041414006

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2017). *VIII Encuesta de percepción social de la Ciencia y la Tecnología-2016*: Informe de resultados. Recuperado de: https://www.fecyt.es/sites/default/files/news/attachments/2017/04/epscyt2016_informe_final_web_fecyt.pdf

García, M. M. T., Montelongo, M. M., Rodríguez, M. C. N., & Izquierdo, Á. M. (2003). Alcohol y salud. Ejemplo de unidad didáctica basada en un modelo de enseñanza-aprendizaje de investigación dirigida a secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2(2)*, 112-122. Recuperado de: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_2.pdf

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado, 04 de mayo de 2006, núm. 106*. Recuperado de: http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899&p=20131210&tn=0

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. *Boletín Oficial del Estado, 10 de diciembre de 2013, núm. 295.* Recuperado de: http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886&tn=1&p=20131210&vd=#daprimera

Méndez-Ruiz, M. D., de Jesús Alonso-Castillo, M. T., Alonso-Castillo, M. M., Uribe-Alvarado, J. I., & Armendáriz-García, N. A. (2015). Relación de percepción de riesgo y consumo de alcohol en adolescentes. SMAD, *Revista Electrónica en Salud Mental, Alcohol y Drogas, 11(3)*, 161-167. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.1806-6976.v11i3p161-167

Observatorio Español de la Droga y las Toxicomanías (2016). *INFORME 2016 Alcohol, tabaco y drogas ilegales en España*. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Recuperado de: http://www.pnsd.msssi.gob.es/profesionales/sistemasInformacion/sistemaInformacion/pdf/2016_Informe_ESTUDES.pdf

Pascual Pastor, F. (2002). Imagen social de las bebidas alcohólicas. *Adicciones*, *14*, 115-122. DOI: https://doi.org/10.20882/adicciones.521

Pons Díez, J. y Berjano Peirats, E. (1999). *El consumo abusivo de alcohol en la adolescencia: un modelo explicativo desde la psicología social*. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e igualdad. Recuperado de: http://www.cedro.sld.cu/bibli/a/a4.pdf

Pons, J. y Buelga, S. (2011). Factores Asociados al Consumo Juvenil de Alcohol: Una Revisión desde una Perspectiva Psicosocial y Ecológica. *Psychosocial Intervention, 1(20),* 75-94. DOI: http://dx.doi.org/10.5093/in2011v20n1a7

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, *29(3),* 413-426. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/18401

Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 17(3),* 411-429. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21594/21428

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, núm. 3.* Recuperado de: https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf

Rodríguez García, F.D., Sanchiz Ruiz, M.L. y Bisquerra Alzina, R. (2014). Consumo de alcohol en la adolescencia. Consideraciones médicas y orientaciones educativas. *Salud Mental*, *3(37),* 255-260. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33252014000300010&script=sci_arttext

Torres, M.; Mestres, A.; Navarro, M.C. y M. Marrero (2002). "Alcohol y juventud": una propuesta didáctica transversal para secundaria. En: N. Elortegui y col. (Eds.), *Relación Secundaria Universidad. XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 310-319). S/C Tenerife: Universidad de La Laguna.

World Health Organization - Organización Mundial de la Salud. (2017). Desarrollo en la adolescencia. Recuperado de: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/

Información sobre ciencia en Internet: ¿qué competencias manifiestan los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria para evaluar la fiabilidad de una información?

Daniel Valverde Crespo[1] **y Joaquín González Sánchez**[2]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. [2]Dpto. Química Física. Universidad de Murcia

daniel.valverde@um.es

Resumen:

En el contexto actual, en el que Internet es la primera fuente de información y donde la cantidad de la misma a la que nos vemos sometidos de forma diaria es enorme, es necesario que todo ciudadano pueda disponer de competencias que le permitan evaluar el contenido y la fiabilidad de la información digital. Por ello, la presente comunicación tiene como objetivo describir las competencias digitales que muestran un conjunto de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) para evaluar un texto de Internet sobre una temática científica que presenta problemas de fiabilidad. Los resultados señalan que los participantes muestran dificultades para localizar errores científicos en el contenido y para interpretar la finalidad del mismo.

Palabras clave: evaluación de información; Competencia Digital; Educación Secundaria Obligatoria; Internet.

Introducción

Internet se encuentra plenamente integrado en múltiples ámbitos de la vida diaria (ocio, trabajo, aprendizaje…), lo que ha hecho que se convierta en la fuente de información por excelencia en contextos formales y no formales. Concretamente en España es la primera fuente de consulta de información sobre temas científicos (FECYT, 2017), especialmente para los más jóvenes puesto que son los que más la utilizan.

A pesar de sus potencialidades y de su integración, su uso no está exento de riesgos. El trabajo de Monereo (2005) señala una serie de aspectos negativos que deben ser tenidos en cuenta, tales como la sobreabundancia informativa, problemas de garantía y fiabilidad, búsqueda desorientada, información basura, fines comerciales, etc., y en la actualidad dichos riesgos se mantienen e incluso se han potenciado por el uso masivo de las TIC y por su potencia de transmisión de información.

Estos riesgos hacen que hoy en día sea necesario disponer de las capacidades y los conocimientos suficientes para analizar o evaluar de forma crítica el contenido y fiabilidad de la información que se consume en la red. Dichas habilidades forman parte de la competencia digital, una de las siete competencias clave incluidas en el currículo oficial.

En el marco de referencia europeo para la competencia digital DIGCOMP (Ferrari, 2013), ésta se encuentra dividida en 5 áreas que son: información, comunicación, creación de contenido, seguridad y resolución de problemas.

En esta comunicación por tanto nos vamos a ubicar en el área de información que se define como (Ferrari, 2013, p.4):"Identificar, localizar, recuperar, almacenar organizar y analizar la información digital, evaluando su relevancia y su propósito."

A su vez, el área de información contempla tres sub-competencias:

1.1 Navegación, búsqueda y filtrado.

1.2 Evaluación.

1.3 Almacenamiento y recuperación.

Y entre ellas, nos vamos a centrar concretamente en la sub-competencia de evaluación de información que consiste en (Ferrari, 2013, p.5):"Recuperar, procesar, comprender, y evaluar críticamente la información."

La contribución desde la enseñanza de las ciencias a esta competencia ha sido abordada por trabajos como el de Valverde, Pro y González (2018), donde se señala su importancia dada la creciente cantidad de información en red relativa a contextos científicos de interés y relevancia, y donde se revisan enfoques de la competencia científica y propuestas de enseñanza que contienen elementos de la competencia digital, concluyendo que existe cierto consenso para afirmar que las competencias informacionales y digitales son elementos integrados en la competencia científica y que por tanto, deben ser tenidos en cuenta en las aulas de ciencias.

Por otro lado, respecto a la temática, se ha seleccionado la de reacciones químicas por diferentes motivos. Se trata de una de las de mayor relevancia en la enseñanza de la química (Caamaño, 1998), y un referente del currículo de la materia de física y química en la ESO. Además, dada la cantidad de contextos cotidianos en las que las reacciones químicas se encuentran, son susceptibles de estar presentes en multitud de información de Internet, medios de comunicación o publicidad. Por estas razones, consideramos que se trata de una temática relevante y óptima para el estudio.

Una vez ubicada la investigación nos planteamos el objetivo: ¿Qué competencias digitales manifiestan un conjunto de estudiantes de ESO al evaluar la información de un texto en Internet relacionado con una temática científica? Con ello, pretendemos describir cómo los estudiantes evalúan la fiabilidad y el propósito de una información en un contexto digital en el que subyacen unos contenidos científicos.

Marco empírico

Esta investigación tiene un enfoque descriptivo ya que su pretensión consiste en describir y responder cuestiones respecto al estado presente de una realidad educativa preestablecida.

Los participantes fueron un conjunto de 86 estudiantes de 3º de ESO pertenecientes a cuatro centros públicos del término municipal de Murcia. Todos cursaban la asignatura de Física y Química y formaban parte de "grupos digitales" pertenecientes al Proyecto Enseñanza XXI. Dicho proyecto consiste en que se sustituyen los libros de texto en formato físico del alumnado por libros digitales y que los estudiantes acuden diariamente a sus centros educativos con un dispositivo digital (Tablet o portátil).

La recogida de información se llevó a cabo en las aulas de los participantes. Durante la recogida de información, los participantes tenían que acceder a un texto de Internet ubicado en un blog cuya dirección web es: http://infor-quimica.blogspot.com.es/. Dicho texto se titula "Reacciones químicas de combustión" y fue elaborado por los autores de forma intencionada para esta investigación. Se pretendía que el texto propuesto reuniera todos los aspectos en los que pretendíamos indagar y que pareciese un texto común de Internet, dado que es habitual encontrar

información en Internet sobre temas científicos que contienen imprecisiones u errores, que no están elaboradas para un uso educativo o que pueden presentar problemas como fines cuestionables, publicidad, etc.

Por esta razón, en el texto se incluyeron de forma deliberada tres errores por los que serían preguntados los participantes y que consideramos lo suficientemente sencillos y llamativos como para poder ser evaluados por alumnado de nivel de 3º de ESO. Se decidió introducir errores en el texto porque la capacidad para localizar información errónea nos parece necesaria e imprescindible para poder evaluar información de Internet en la actualidad. Dichos errores fueron:

- Error 1: Mala indicación de los reactivos y productos en la ecuación química.

$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

PRODUCTOS REACTIVOS

- Error 2: Nomenclatura errónea de un compuesto químico. Al compuesto CO_2 se le da el nombre de trióxido de carbono.
- Error 3: Se proporciona un dato erróneo de la emisión de CO_2 per cápita en España durante el año 2011. Este dato se expone de una forma llamativa (0,0000058 Kg por persona) y su magnitud y cantidad debe ser interpretada de forma correcta por estudiantes de 3º de ESO. El dato real se encuentra en torno a las 5,8 Tm per cápita en España durante 2011 (OECD, 2016).

Por otro lado, en el último párrafo del texto se hace publicidad de un producto ficticio (con un nombre muy llamativo), que supuestamente elimina el dióxido de carbono generado en los vehículos a motor de gasolina. Dicho texto se firma por una autora ficticia de la que se indica que es empleada de la empresa que fabrica el citado producto. Con esto pretendemos indagar en la capacidad de interpretar la finalidad de una información en un texto ya que los bulos o la publicidad de Internet son una oportunidad para ello.

De esta manera, se empleó un cuestionario sobre este texto en el que se preguntaban las siguientes cuestiones:

- "En el texto hay tres errores, ¿puedes decir cuáles son? ¿Por qué son errores?"
- "¿Qué pretende la autora al escribir y publicar la información del último párrafo del texto? ¿Por qué piensas eso?"

Para responder a ellas, los participantes dispusieron en todo momento de sus tablets y portátiles de forma individual, con acceso a Internet. Tras la realización de estas cuestiones, en una segunda parte del cuestionario se preguntó a los participantes otras tres cuestiones:

- "¿Cómo dirías que es la calidad de la información que has leído en esta prueba?". En esta cuestión deben calificar la calidad como "Excelente", "Buena", "Regular" o "Muy Mala" e indicar la causa de su calificación.
- "Indica si te fías mucho, poco o nada de lo que pone la información de internet con la que hemos trabajado y por qué."
- "¿Utilizarías esta página web como fuente de información para resolver tareas o trabajos de clase? En el caso de responder "No" indica qué páginas web o qué otros recursos utilizarías como fuentes para buscar información y por qué los utilizarías."

Tras la realización de la prueba por parte de todos los participantes se procedió a indicar los errores del texto y justificarlos, y se indicó a los participantes la finalidad de la realización de dicha prueba.

Descripción de resultados

En relación a la localización de los errores

A la pregunta sobre la localización de sus errores respondieron un total de 85 de 86 estudiantes, y se recogieron un total de 169 errores localizados en total por todos los participantes ya que, como se observa en la Tabla 1, muchos participantes localizaron más de un error.

Tabla 1. Número de errores localizados por los participantes

Cuestión: Localización de errores	Frecuencia (N=86)
Localiza 4 errores	2
Localiza 3 errores	23
Localiza 2 errores	32
Localiza 1 error	28
No contestan	1

Los resultados recogidos en cuanto a la adecuación de los errores localizados y justificados se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación entre errores localizados y errores justificados

Localización de errores	Justificación
Errores totales localizados: 169	Errores totales justificados: 163 No justifican: 6
Localización adecuada: 122 • Localiza error 1: 18 • Localiza error 2: 80 • Localiza error 3: 24	Justifica de forma adecuada: 69 • Justifica de forma adecuada error 1: 18 • Justifica de forma adecuada error 2: 43 • Justifica de forma adecuada error 3: 8
Localización no adecuada: 47	Justificación no adecuada: 94

Estos resultados señalan que, de los 169 errores totales localizados, 122 de ellos han sido correctos. El error 2 (nomenclatura errónea para el CO_2) ha sido el más localizado (80/122), mientras que los otros dos errores han sido mucho menos localizados.

Sin embargo, los participantes encontraron mayor dificultad para justificar por qué son errores, ya que de los 122 errores localizados de forma correcta solamente 69 fueron justificados adecuadamente, y solamente 4 participantes fueron capaces de localizar y justificar de modo adecuado la presencia de los tres errores. El error 1 (incorrecta señalización de reactivos y productos en una ecuación química) resultó ser el que mejores resultados obtuvo para su justificación (18/18). Hubo más problemas en los errores 2 (43/80) y 3 (8/24).

En relación a la interpretación de información

Los resultados para esta cuestión se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados sobre la interpretación de la información

Cuestión: Interpretación de información	Frecuencia (N=86)
Interpretaciones adecuadas	33
Interpretaciones parcialmente adecuadas	13
Interpretaciones no adecuadas	38
No contestan	2

A la vista de estos resultados hay una división de resultados entre realizar interpretaciones no adecuadas (38/86) y adecuadas (33/86). En el primer caso, los participantes no son capaces de detectar que se realiza publicidad de un producto y de que la persona que "firma" el texto pertenece a la empresa que anuncia el producto, y realizaron interpretaciones alternativas como que se pretende concienciar al lector sobre un problema ambiental.

Cabe destacar que durante la realización de esta cuestión solamente 13 de los 86 participantes utilizaron sus dispositivos para contrastar la información antes de emitir una respuesta con su interpretación.

En relación a la calidad y fiabilidad de la información

Los resultados de las cuestiones en que se pedía a los participantes que valoraran la calidad y la fiabilidad de la información se encuentran en la Figura 1.

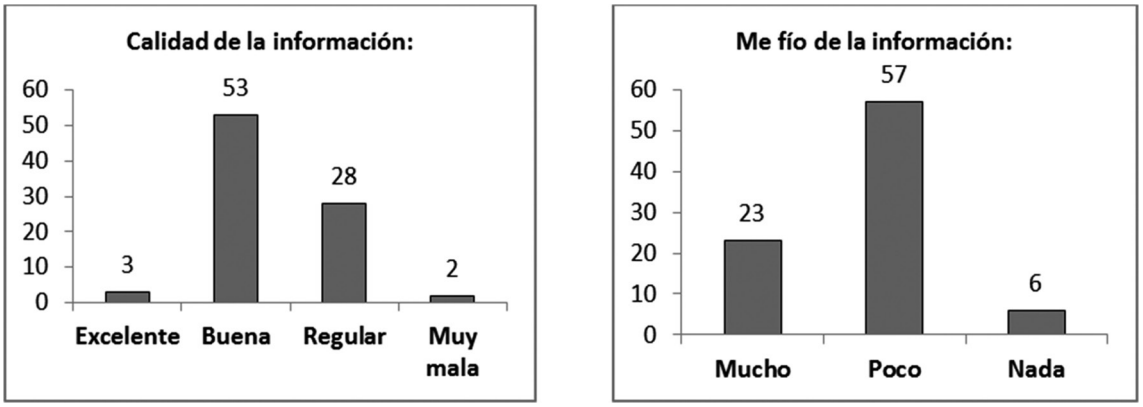


Figura 1. Respuestas recogidas sobre la calidad y la fiabilidad de la información

Los resultados indican que una mayoría de participantes (53/86) califican la calidad de la información como "Buena", lo que nos resulta sorprendente tras los resultados recogidos en la localización de errores.

Sin embargo, hay que añadir que respecto a la confianza depositada en su contenido, una amplia mayoría de participantes afirman fiarse "Poco", principalmente debido a que conocen la existencia de errores.

Por último, al ser preguntados sobre si utilizarían la información de ese texto, se recogió que la mayoría de los participantes (62/86) respondieron de forma afirmativa, lo que nos parece preocupante puesto que los participantes conocían de antemano la presencia de errores y más de un tercio de los mismos consiguieron interpretar de forma adecuada la intención del último párrafo del texto.

Consideraciones finales

Globalmente hemos encontrado resultados negativos en la localización de errores ya que solamente cuatro participantes respondieron de forma totalmente adecuada. Solamente se respondió con una frecuencia elevada el error de la incoherencia entre la nomenclatura y fórmula del compuesto CO_2. Las principales dificultades además surgieron a la hora de justificar los errores localizados. Es posible que en muchos casos solamente los localizaran por lo llamativos que resultaban.

También se encontraron dificultades para interpretar la información ya que más de un tercio de los participantes no consiguieron interpretar que se publicitaba un producto.

Además, hemos encontrado incoherencias a la hora de calificar la calidad y la fiabilidad del texto empleado (califican su calidad como "Buena" de forma mayoritaria pero a su vez afirman fiarse "Poco" de su contenido), lo que nos genera especial preocupación. De este modo destacamos que los participantes no parecen disponer de los conocimientos ni criterios para poder evaluar de forma objetiva una información de Internet.

De acuerdo con estudios previos como el de Calvani et al. (2012), podemos concluir que nuestros participantes pueden ser sujetos vulnerables a la transmisión de información basura, publicitaria, bulos, o de cuestionable calidad que abunda en la red y que sus competencias digitales para evaluar información son de bajo nivel, por lo que es necesaria una mayor formación al respecto.

Referencias bibliográficas

Caamaño, A. (1998). El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *17*, 61-64.

Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M. y Picci, P. (2012). Are young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. *Computers & Education*, *58*, 797-807.

FECYT (2017). *VIII Encuesta de percepción social de la ciencia. Dossier informativo*.

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. En Y. Punie, y B.N. Brecko (Eds.), *JRC scientific and policy reports*. Louxembourg: Publications Office of the European Union.

Monereo, C. (2005). *Internet y competencias básicas: Aprender a colaborar, a comunicarse, aaprender*. Barcelona: Graó.

OECD (2016). Air and GHG emissions. Disponible en: https://data.oecd.org/air/air-and-ghg-emissions.htm

Valverde, D., Pro, A. y González, J. (2018) La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(2), 2105.

¿Pueden contribuir las pruebas de acceso a la universidad a mejorar las relaciones entre química y sociedad?

Almudena de la Fuente Fernández y M. Araceli Calvo Pascual

Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Grupo de Investigación DICEMA-GICE.
Grupo especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de la RSEF y la RSEQ.
Universidad Autónoma de Madrid

almudena.fuente@predoc.uam.es

Resumen:

Diversos estudios han señalado la influencia de las pruebas de acceso a la universidad (PAU) en la práctica diaria del profesorado de Bachillerato. Con el fin de evaluar la presencia en las PAU de aspectos relacionados con las aplicaciones de la química se ha realizado un análisis de contenido de las preguntas planteadas en las pruebas de acceso de Química de diez distritos universitarios durante el periodo 2010-2016. Este análisis pone de manifiesto una presencia muy escasa de dichos aspectos en 8 de los 10 distritos analizados, mientras que las PAU de Cataluña y la Comunidad Valenciana han ido incorporándolos a los enunciados de muchas de sus preguntas. Estos resultados nos llevan a proponer una modificación de los contenidos de las PAU a nivel nacional que impulse al profesorado a fomentar las dimensiones más formativas de la enseñanza de la química en sus aulas.

Palabras clave: enseñanza de la química; pruebas de acceso a la universidad; competencia científica; relaciones CTSA; preguntas de examen.

Introducción

La influencia que ejercen las pruebas externas de evaluación en todas las facetas del proceso de enseñanza-aprendizaje es un efecto ampliamente estudiado (Holme, Richards, Jimerson y Cohen, 2010; Kühn, 2011). En el caso de España, la prueba de acceso a la universidad −comúnmente conocida como selectividad o PAU y, desde 2017, como EBAU, PEBAU, PBAU, EvAU o EAU según la comunidad autónoma− es, desde su implantación en el año 1974, la única prueba de evaluación externa con repercusiones en el alumnado. Algunos autores (Amengual, 2010; Rodríguez-Muñiz et al., 2016) han constatado la influencia de las PAU en la práctica diaria del profesorado de Bachillerato de distintas disciplinas, observando su efecto en los contenidos, la metodología, los recursos didácticos y la evaluación. En el caso particular de la química, Franco (2016) confirma el empleo generalizado de preguntas planteadas en las PAU de cursos anteriores como recurso didáctico y procedimiento de evaluación en el aula por parte del profesorado de 2º de Bachillerato. Además, diversos estudios afirman que la escasa presencia en estas pruebas de contenidos relacionados con las dimensiones más formativas de la ciencia −como son las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)–podría llegar a disuadir a los docentes frente a posibles iniciativas innovadoras (Oliva y Acevedo, 2005; Franco, 2016).

Actualmente, a pesar de que todos los estudiantes españoles pueden acceder a cualquier centro universitario del país, cada comunidad autónoma constituye un distrito universitario con potestad para fijar las características concretas de las PAU en las distintas materias objeto de examen

(Real Decreto 1892/2008). Por ello, pensamos que un análisis comparado de la tipología de las preguntas planteadas en las PAU de química de diversos distritos universitarios permitirá obtener una información muy valiosa acerca de la imagen de la química que se está transmitiendo a los alumnos de Bachillerato. Por otro lado, la diversidad de enfoques en las PAU de las distintas comunidades autónomas podría aportar algunas ideas para el diseño de unas futuras pruebas de evaluación de Bachillerato que sean más acordes con la concepción actual de la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular.

Por todo ello, mediante este estudio se pretende analizar la presencia de distintos aspectos relacionados con las aplicaciones de la química y las relaciones CTSA en las PAU de diversos distritos universitarios, con el fin de mostrar si las preguntas de estas pruebas pueden contribuir a mejorar las relaciones entre química y sociedad.

Metodología

El análisis de contenido de las preguntas que componen las pruebas de evaluación externa en relación con la competencia científica ha sido abordado previamente por Witte y Beers (2003), en cuyo estudio presentan ejemplos de contextos usados en exámenes nacionales de química en Holanda. En nuestro país, Cañas, Lupión y Nieda (2014) han estudiado la presencia de las distintas dimensiones de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico en las pruebas de evaluación de diagnóstico de ciencias de la naturaleza de 2º de la ESO en Andalucía, mientras que Franco (2016) ha estudiado las PAU de Química en Andalucía desarrollando una taxonomía que analiza el peso que poseen en estas pruebas aspectos como los conocimientos teóricos, el trabajo de laboratorio, la naturaleza de la ciencia o aspectos relativos al lenguaje de la química.

En línea con lo anterior, en este trabajo nos hemos centrado en los diversos aspectos de la competencia científica explicitados para la asignatura de Química en la LOE (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación) vigente desde 2008 hasta 2015 y evaluada en las PAU entre 2010 y 2016, lo que nos proporciona una muestra amplia de exámenes para analizar. Según la citada ley, esta asignatura debe proporcionara los alumnos “una herramienta para la comprensión del mundo en que se desenvuelven, no solo por sus repercusiones directas en numerosos ámbitos de la sociedad actual, sino por su relación con otros campos del conocimiento como la medicina, la farmacología, las tecnologías de nuevos materiales y de la alimentación, las ciencias medioambientales, la bioquímica, etc.”, afirmándose también que debe prestarse atención a “las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en particular a las aplicaciones de la química, así como a su presencia en la vida cotidiana, de modo que contribuya a una formación crítica del papel que la química desarrolla en la sociedad”(Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas).

Instrumento

Para analizar las preguntas planteadas en las PAU en las que se vincula el aprendizaje de la química con el entorno social, la calidad de vida y su interés tecnológico o industrial se han establecido cinco categorías: tecnología e industria (TI), salud y alimentación (SA), medioambiente (MA), bioquímica (BQ) y vida cotidiana (VC). La categorización de las preguntas se ha realizado de manera independiente por dos jueces, alcanzando un alto grado de concordancia y resolviendo por consenso los casos puntuales en los que había discrepancia. Una vez analizada la frecuencia con la que se hace alusión en las PAU a cada uno de estos aspectos, el estudio se ha completado señalando distintos elementos textuales o gráficos de los enunciados de las preguntas analizadas que podrían contribuir a motivar a los estudiantes y mejorar la imagen de la química que se transmite al alumnado de Bachillerato.

Muestra

La muestra estudiada está constituida por las preguntas propuestas en las PAU del periodo LOE en las convocatorias ordinaria y extraordinaria en 10 comunidades autónomas –Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Castilla y León, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia, Madrid y País Vasco–obteniéndose una muestra de 1457 preguntas distribuidas según se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las preguntas analizadas por años y distritos universitarios

	TOTAL	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Andalucía	168	24	24	24	24	24	24	24
Aragón	112	16	16	16	16	16	16	16
Asturias	140	20	20	20	20	20	20	20
Canarias	150	30	20	20	20	20	20	20
C. y León	160	40	20	20	20	20	20	20
Cataluña	147	21	21	21	21	21	21	21
Com. Val.	140	20	20	20	20	20	20	20
Galicia	140	20	20	20	20	20	20	20
Madrid	160	40	20	20	20	20	20	20
P. Vasco	140	20	20	20	20	20	20	20
TOTAL	1457	251	201	201	201	201	201	201

Resultados

La frecuencia con la que las preguntas planteadas en las PAU de los distintos distritos universitarios hacen referencia a algún aspecto relacionado con las aplicaciones de la química o las relaciones CTSA se muestra en la tabla 2, mientras que en la figura 1 se refleja la evolución temporal de la frecuencia de dichas preguntas en los cuatro distritos universitarios en los que se constata una mayor presencia de dichas preguntas en las PAU.

Tabla 2. Frecuencia de preguntas referentes a aplicaciones de la química o relaciones CTSA

	TOTAL		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i
Andalucía	4	2%	0	0%	1	4%	0	0%	0	0%	0	0%	2	8%	1	4%
Aragón	1	1%	1	6%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Asturias	4	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	5%	1	5%	2	10%
Canarias	5	3%	1	3%	1	5%	0	0%	1	5%	0	0%	0	0%	2	10%
Cast. y León	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%
Cataluña	87	59%	5	24%	13	62%	12	57%	15	71%	13	62%	17	81%	12	57%
C. Val.	23	16%	3	15%	2	10%	3	15%	1	5%	4	20%	4	20%	6	30%
Galicia	3	2%	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	2	10%	0	0%	0	0%
Madrid	8	5%	1	5%	0	0%	2	10%	2	10%	2	10%	0	0%	0	0%
P. Vasco	7	5%	1	5%	3	15%	1	5%	1	5%	1	5%	0	0%	0	0%
TOTAL	143	10%	13	5%	20	10%	18	9%	20	10%	23	11%	25	17%	23	11%

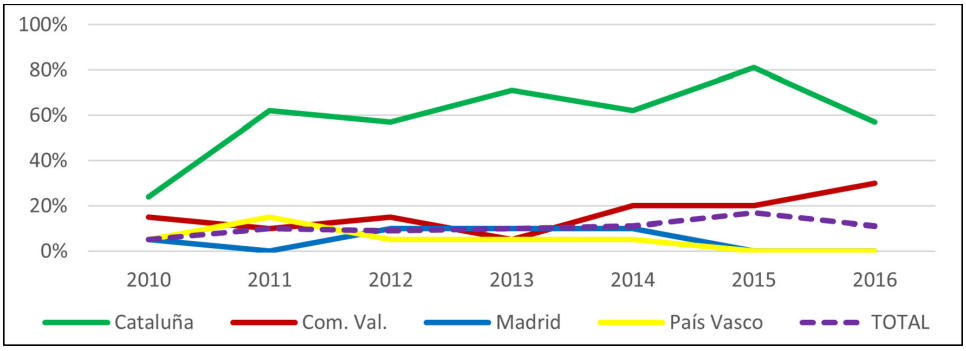


Figura 1. Evolución de la frecuencia de aparición de preguntas referentes a aplicaciones de la química o relaciones CTSA en los distritos universitarios más representativos

Como puede apreciarse, en 6 de los 10 distritos universitarios la presencia de preguntas que hacen referencia a las aplicaciones de la química y las relaciones CTSA es meramente testimonial, con una frecuencia inferior el 5% y sin apreciarse una evolución significativa en el periodo analizado. Sin embargo, las PAU de Química de Cataluña destacan notoriamente por la elevada frecuencia de preguntas relacionadas con los aspectos analizados, observándose en general una evolución temporal positiva. En la Comunidad Valenciana, aunque en menor medida, también se aprecia una frecuencia de estas preguntas más elevada que en el resto de las comunidades, con un 16% de media y alcanzándose un 30% en el último año analizado. En Madrid y País Vasco la frecuencia media de aparición de dichas preguntas se sitúa en un 5%, aunque en los dos últimos años del periodo estudiado no se han planteado preguntas aludiendo a los citados aspectos.

En cuanto a la presencia en las pruebas de preguntas relacionadas con las distintas categorías establecidas, la tabla 3 muestra la clasificación según este criterio, especificando las frecuencias absolutas y relativas –respecto al total de preguntas que aluden a aplicaciones de la química o relaciones CTSA– por distritos universitarios. En ocasiones, algunas de las preguntas se han incluido en dos o más categorías, por lo que la suma del número de preguntas presentes en las diversas categorías supera al número de preguntas relacionadas con aplicaciones de la química o relaciones CTSA. Por otro lado, en la figura 2 está representada la frecuencia de las citadas categorías en los cuatro distritos universitarios con una frecuencia mayor o igual al 5% de dichas preguntas.

Tabla 3. Clasificación por categorías de las preguntas que aluden a aplicaciones de la química o relaciones CTSA y frecuencias absolutas y relativas por distritos universitarios

	TOTAL	TI		MA		SA		BQ		VC	
	N	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i	n_i	f_i
Andalucía	4	2	50%	0	0%	0	0%	1	25%	1	25%
Aragón	1	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0	0%
Asturias	4	3	75%	0	0%	1	25%	0	0%	3	75%
Canarias	5	1	20%	0	0%	1	20%	3	60%	3	60%
Cast. y León	1	0	%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%
Cataluña	87	25	29%	18	21%	23	26%	6	7%	48	55%
Com. Val.	23	11	48%	3	13%	5	22%	8	35%	5	22%
Galicia	3	0	0%	1	33%	0	0%	1	33%	3	100%
Madrid	8	3	38%	1	13%	1	13%	1	13%	4	50%
P. Vasco	7	1	14%	1	14%	3	43%	1	14%	2	29%
TOTAL	143	46	32%	24	17%	34	24%	22	15%	70	49%

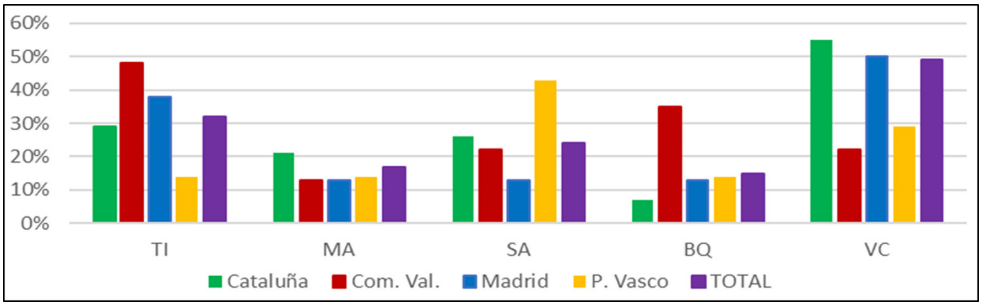


Figura 2. Frecuencias relativas de las diversas aplicaciones de la química en los distritos universitarios más representativos

En general, se puede apreciar que, dentro de las preguntas de las PAU que aluden a alguna aplicación de la química, las que hacen referencia a aspectos relacionados con la vida cotidiana son las más frecuentes (49%), seguidas por las relativas a tecnología e industria (32%), salud y alimentación (24%), medioambiente (17%) y bioquímica (15%). No obstante, en la Comunidad Valenciana las preguntas referentes a tecnología e industria (48%) son mucho más frecuentes que las que se relacionan con la vida cotidiana (22%).

Por otro lado, el análisis de contenido de las pruebas seleccionadas ha permitido identificar una serie de elementos textuales y gráficos que contextualizan los ejercicios planteados y, además de aportar información acerca de las relaciones CTSA, resultan más motivadores para el estudiante. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Contextualización histórica: "Una de las aplicaciones del cloroetano durante el siglo XX ha sido la producción de un antidetonante para la gasolina." (Cataluña, junio 2012).
- Contextualización geográfica: "Uno de los principales ríos que suministran agua a la ciudad de Barcelona es el río Llobregat. En una analítica rutinaria del agua de este río se han obtenido los siguientes datos: […]" (Cataluña, junio 2016).
- Motivación: "Suponga que cuando está a punto de comenzar el partido de la final del Mundial de fútbol de 2018 se descubre que unos ladrones han robado el trofeo, que está hecho de oro. Al no poder fabricarse uno nuevo a tiempo de entregarlo al equipo ganador del partido, se decide tomar una reproducción hecha de un metal corriente y recubrirla de una fina capa de oro mediante electrólisis." (Cataluña, septiembre 2015).
- Adaptación de noticia: "Lea la siguiente noticia, que apareció en los medios de comunicación a raíz de las erupciones volcánicas en El Hierro. Explique razonadamente si está de acuerdo con la frase destacada en negrilla: […]" (Cataluña, junio 2012).

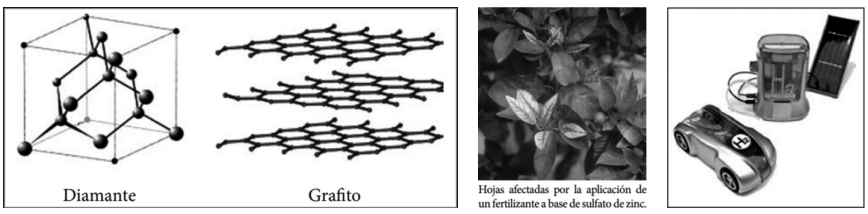


Figura 3. Ejemplos de imágenes empleadas en pruebas PAU (Cataluña, junio 2014)

Conclusiones

Mediante este estudio se ha constatado una presencia muy escasa de preguntas referentes a aplicaciones de la química y relaciones CTSA en las PAU de la mayoría de las comunidades

autónomas, mientras que en otras –como Cataluña–estas pruebas prestan una atención mucho mayor a aspectos como la vida cotidiana o la industria, incluyendo además elementos que contextualizan la información y motivan a los estudiantes. Estos resultados permiten afirmar que, atendiendo a las preguntas de estas pruebas, la contribución de las PAU a la mejora de la relación química y sociedad varía dependiendo de la comunidad autónoma. Por ello proponemos una modificación de los contenidos de las PAU a nivel nacional que contribuya a fomentar las dimensiones más formativas de la enseñanza de la química en bachillerato.

Referencias bibliográficas

Amengual, M. (2010). Exploring the washback effects of a high-stakes English test on the teaching of English in Spanish upper secondary schools. *Revista Alicantina de Estudios Ingleses/Alicante Journal of English Studies*, 23, 149-170.

Cañas, A., Lupión, T. y Nieda, J. (2014). Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de ciencias de la naturaleza de 2º de la ESO en Andalucía. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 76, 63-70.

Franco, R. (2016). *Análisis de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de química y su incidencia en la actividad docente del profesorado de Bachillerato.* (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Cádiz, Cádiz.

Holme, J.J., Richards, M.P., Jimerson, J.B. y Cohen, R.W. (2010). Assessing the effects of high school exit examinations. *Review of Educational Research*, 80(4), 476-526.

Kühn, S.M. (2011). Exploring the use of statewide exit exams to spread innovation – The example of Context in science tasks from an international comparative perspective. *Studies in Educational Evaluation*, 37(4), 189-195.

Oliva, J.M. y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 241-250.

Rodríguez-Muñiz, L.J., Díaz, P., Mier, V., y Alonso, P. (2016). Washback Effect of University Entrance exams in Applied Mathematics to Social Sciences. *PLoSONE*, 11(12): e0167544. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167544

Witte, D. y Beers, K. (2003). Testing of chemical literacy (chemistry in context in the Dutch National examinations). *Chemical Education International*, 4(1), 1-15.

Contextos educativos no convencionales en educación infantil: algunos ejemplos en la provincia de Sevilla

Hortensia Morón-Monge, Mª Carmen Morón Monge, Mª Granada Muñoz Franco y Mireia Illescas Navarro

Departamento de Didáctica de las CC. Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

hmoron@us.es

Resumen:

Este estudio indaga sobre el auge en los últimos años de los *contextos educativos no convencionales* en la etapa de educación infantil. Para ello, se seleccionan como muestra de estudio seis de ellos en la provincia de Sevilla. Tras realizar una descripción de cada proyecto y su posterior análisis comparativo, se presentan unos primeros resultados como aproximación a este nuevo fenómeno. Dicha información nos muestra no solo los principales rasgos pedagógicos y didácticos que promueven sino también en qué medida favorecen un proceso de enseñanza-aprendizaje indagativo o por experimentación, especialmente relevante para la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: educación infantil, contextos educativos no convencionales, didáctica de las ciencias experimentales, indagación

Antecedentes

En el marco de los *Movimientos de Escuela Nueva* del siglo XX y de los promovidos en la actualidad por la *teoría de la desescolarización* (Igelmo Zaldívar y Laudo Castillo, 2017) *y pedagogías líquidas* (Laudo Castillo, 2010), surgen una serie de movimientos educativos denominados *escuelas libres* o *activas, pedagogías alternativas o no directivas*, entre otros, que definen una escuela diferente a las que imperan actualmente en el panorama de la educación infantil en España (García, 2017). Su finalidad principal, es abordar una renovación de los principios pedagógicos que sostienen la *Escuela Tradicional* (Muñoz y Zaragoza, 2008).

Algunos ejemplos de estos movimientos, dentro de la educación infantil son: las comunidades de aprendizaje, asociaciones de padres, madres de día u hogares nido, crianza respetuosa, escuelas Montessori, Waldorf, entre otros. Dada la gran variedad terminológica y conceptual de dichos movimientos pedagógicos, los englobamos bajo la categoría de "*contextos educativos no convencionales*" (a partir de ahora CENOC).

Según el directorio Ludus de educación alternativa en España (http://ludus.org.es/es) y los trabajos de Flores (2016) y Cañada y Morales (2017). Se ha producido un rápido desarrollo de CENOC. Así, en Andalucía, desde el 2013 hasta ahora ha pasado de haber un solo proyecto, a encontrarnos con 135. Concretamente, la provincia de Sevilla se encontraría entre las seis provincias españolas con mayor número de proyectos (24 proyectos activos): 8 escuelas libres o activas, 5 Montessori, 4 comunidades de aprendizaje, 1 Waldorf, 1 Reggio-Emilia y 5 dentro de la categoría de Otras/Varias.

A la luz de estos datos, se observa que existe una gran diversidad tipológica de proyectos y, por tanto, de metodologías. En consecuencia, este estudio pretende indagar en qué medida estos proyectos educativos favorecen los principios didácticos por indagación, que desde la didáctica de las ciencias consideramos como un referente para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se realiza un análisis comparativo de seis de ellos en la provincia de Sevilla a partir de los datos recogidos durante el trabajo final de grado de Benítez (2017).

Algunos contextos educativos no convencionales en la provincia de Sevilla

Los seis proyectos educativos seleccionados como muestra de estudio, son: Raíces y Flores, Asociación Albaricoque, Mi bebé crea, Tambora, Criança y Casa Escuela Caracoles. Se escogieron por razones relativas a su disponibilidad, accesibilidad y participación en el proyecto Educa-Libre Sevilla que pretende dar continuidad a una educación alternativa en la etapa de primaria de los 6 a los 12 años en la provincia de Sevilla.

Exponemos algunas de sus principales características para contextualizar los datos que analizaremos posteriormente.

El *proyecto Raíces y flores*, inaugurado en el 2013 y situado en el área rural del municipio de Almensilla, se denomina como "Espacio de Crianza en Comunidad". Atiende a niños de entre 0 y 7 años a partir de lo que ellos llaman una *Pedagogía Orgánica*, basada en el acompañamiento respetuoso del niño en su desarrollo personal. Consta de una única educadora, y trabajan con grupos de 3-4 niños/as.

La casa y sus alrededores son el principal lugar donde se lleva a cabo esta actividad. En ella, podemos encontrar diferentes zonas, en las cuales se trabajan distintas áreas de conocimiento:

- Zona exterior o zona verde, cuenta con: jardín, huerto, corral con varias gallinas y gallo, columpio, cuerda para trepar, arenero, bicicletas, etc.
- Zona interior, dividida en distintas salas donde se realizan diferentes actividades: sala principal o *de movimiento* es un espacio diáfano donde los niños pueden moverse libremente y realizar la actividad que deseen; *sala de relajación* con un sofá, cojines y libros; y *sala de creatividad,* destinada a la expresión plástica y musical, para ello, cuenta con una gran variedad de instrumentos reales adaptados al tamaño de los pequeños, así también, como materiales plásticos (pinturas, lápices, papel continuo pegado en la pared, etc.).

La *Asociación Albaricoque* es un grupo de *Madres de día* o *Casa Nido.* La educadora principal y promotora ha adaptado su propia casa para atender a niños de entre 0 y 6 años. Además, cuenta con otra educadora de apoyo. En su primer año (2016-2017) como escuela tienen un pequeño grupo de ocho niños de diferentes edades (de 21 meses a 5 años). La escuela está situada en centro de la capital hispalense. Posee un patio exterior y una zona interior, dividida en varias salas donde se trabajan diferentes áreas de conocimiento.

- Sala principal o de actividades: sala acondicionada con materiales manipulativos, una cocinita, una cabaña india, un sofá, mesas, sillitas y cajoneras con fichas y cuadernos.
- Sala de *relajación*: con un sofá donde pueden descansar o leer algún libro de la estantería.

Mi bebé crea es un proyecto educativo iniciado en el 2011 en el centro de Sevilla capital para bebés de 10 meses hasta niños de 6 años denominado como Madres de día. Cuenta con tres educadoras quienes acompañan a los niños, además de la directora.

La escuela posee dos salas amplias y diáfanas. Una de ellas contiene muchos materiales y recursos didácticos que se pueden apilar. La otra, parecida a un salón con cocina incorporada y que da salida a un pequeño patio con columpio, sillones y arenero.

Tambora es una escuela activa situada en Sevilla capital. El proyecto surgió en 2013, a partir de la inquietud de varias familias acerca de la educación de sus hijos. Cuenta con tres guías/acompañantes que se van turnando.

- Sala de actividad: diáfana y muy colorida equipada principalmente con colchonetas, cojines, camas, pelotas blandas y una estructura en la que los niños pueden trepar y balancearse. También cuentan con instrumentos de música y plástica.
- Sala de tranquilidad: gran sala diáfana con numerosos materiales como mesas y sillas, estanterías con libros, materiales de tipo manipulativo y Montessori, etc.

Criança es un proyecto de *educación activa no directiva* que surgió como demanda a las necesidades que planteaba un grupo de familias. Situado en el municipio de Alcalá de Guadaira en el 2010. Actualmente, atienden a niños de las etapas de educación Infantil y Primaria. Es el único CENOC, de la muestra tomada, que trabaja con la etapa de educación primaria por lo que recibe la mayoría de alumnos del resto de proyectos educativos alternativos que desean continuar en esta etapa.

El proyecto *Casa Escuela Caracoles* del año 2013, situado en Sevilla capital y surge a raíz de la inquietud de un grupo de familias. Se define como una combinación entre escuela activa y madres de día. Promueven un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo, respetuoso y no directivo, siempre a través de la exploración y respetando la curiosidad del niño. Así también fomentan actividades de contacto con la naturaleza, la música y el movimiento. Por ello realizan la mayoría de actividades al aire libre. Actualmente, cuenta con cuatro acompañantes/guías miembros, además, de las familias fundadoras.

Comparativa de los distintos proyectos

En base a los datos descriptivos, anteriores, y los datos recogidos a partir de entrevistas y encuestas se diseña la tabla 1 con el objeto de contrastar y comparar los distintos proyectos a partir de 10 dimensiones de análisis:

- *Tipo de CENOC*: atendiendo a los distintos proyectos o movimientos educativos recogidos en Ludus y a cómo el mismo centro se categoriza didácticamente.
- *Modelo Educativo y/o referentes*: correspondiente a la corriente pedagógica que promueven el centro (escuela Montessori, Waldrof, Summerhill, etc.) pudiendo atender a más de una.
- *Principales actividades educativas*: pudiendo ser desde lápiz y papel, hasta de experimentación, juego, salidas de campo u otros espacios educativos, etc.
- *Papel del alumno*: si es protagonista de su aprendizaje o en qué medida.
- *Papel del educador*: en qué medida dirige los procesos de enseñanza: como observador (sin intervención) y como guía o acompañante (con mayor intervención).
- *Espacios para el aprendizaje*: lugares donde suceden los principales procesos de aprendizaje (espacios cerrados con distinta funcionalidad o salas de aprendizaje y espacios abiertos).
- *Recursos y materiales didácticos*: distinguiendo entre elementos elaborados con un fin educativo y/o aquellos que no han sido diseñados para tal fin, estructurados y/o no estructurados, manipulativos, de origen natural y de la vida cotidiana, etc.
- *Participación familiar:* el porcentaje de implicación/participación de los padres y madres en el proyecto educativo.

Tabla 1: Comparativa de los distintos CENOC seleccionados

Dimensiones	Raíces y Flores	Asoc. Albaricoque	Mi Bebe Crea	Tambora	Criança	Casa Escuela Caracol
Tipo de CENOC	Crianza en comunidad// Madre de día	Asociación de padres// Madre de día	Escuela libre// Madre de día	Escuela libre. Educación activa, no directiva	Grupo de crianza. Educación activa, no directiva	Escuela activa y Madres de día.
Modelo educativo y referentes	Matrimonio Wild, Summerhill y Reggio Emilia, Emmi Pickler y John Holt	Montessori y Escuelas libres	Waldorf, Montessori y Escuelas Libres	Escuelas libres, la Xell de Cataluña, Jordi Mateu	Montessori, Fundación educativa Pestalozzi (Matrimonio Wild), y Educación Holística	Matrimonio Wild, Crianza con apego, Pedagogías humanistas
Principales actividades	-Juego libre y experimentación (70%) -Salidas a otros espacios (30%)	-Juego libre y experimentación (44%) -Propuesta de actividades (29%) -Salidas a otros espacios (27%)	-Juego libre y experimentación (50%) -Propuesta de actividades (25%) -Salidas a otros espacios (25%)	-Juego libre y experimentación (60%) -Propuesta de talleres (10%) -Salidas a otros espacios (30%)	-Juego libre y experimentación -Salidas a otros espacios (sin datos)	-Juego libre y experimentación (80%) -Propuesta de actividad (20%)
Papel del alumno	Protagonista	Protagonista	Protagonista	Protagonista	Protagonista	Protagonista
Papel educador	Observador y guía (100%)	-Observador y guía (60%) -Dirige algunas actividades (40%)	-Observador y guía (80%) -Dirige algunas actividades (20%)	-Observador y guía (90%) -Dirige algunas actividades (talleres) (10%)	Observador y guía (100%)	-Observador y guía (90%) -Dirige algunas actividades (10%)
Espacios de aprendizaje	-Diferentes áreas de aprendizaje (interior y exterior) -Salidas a otros espacios	-Diferentes áreas de aprendizaje. -Patio -Salidas a otros espacios	-Diferentes áreas de aprendizaje -Terraza -Salidas a otros espacios	-Diferentes áreas de aprendizaje -Parque/Patio -Salidas a otros espacios	-Salas de trabajo -Zona exterior -Salidas a otros espacios	-Salas de trabajo -Zona exterior
Recursos y Materiales Didácticos	Naturales, reciclados, de la vida cotidiana, estructurados y no estructurados	Materiales manipulativos, de la vida cotidiana, estructurados y no estructurados	No concretados	Materiales manipulativos, de la vida cotidiana, de desarrollo psicomotor, estructurados y no	No concretados	Materiales de origen natural y sensorial
Participación familiar	Actividades (20%) (Participación indirecta)	Actividades (20%)	-Actividades (50%) -Organización y toma de decisiones (50%)	-Actividades (50%) -Organización y toma de decisiones (50%)	-Actividades (50%) -Organización y toma de decisiones (50%)	Si (sin concretar)
Rutinas	Horarios establecidos por los niños	Si	Si	Horarios establecidos por los niños	Estructura base, dentro de esta los niños deciden	Horarios flexibles en función necesidades del niño
Normas y Límites	Democratizado (80%) Opinión del adulto (20%)	Democratizado (40%) Opinión del adulto (60%)	Democratizado (50%) Opinión del adulto (50%)	Democratizado (80%) Opinión del adulto (20%)	Democratizado (80%) Opinión del adulto (20%)	Dadas por los adultos

- *Rutinas*: describen en qué medida están estructuradas las sesiones diarias (flexibilidad de horarios y tipo de actividades).
- *Normas y Límites*: permiten conocer en qué porcentaje están democratizadas con los niños o vienen ya establecidas por el adulto.

Principales conclusiones

Destacamos algunas de las principales características pedagógicas observadas de estos CENOC y su implicación en la enseñanza de las ciencias desde un enfoque por indagación.

Como rasgo común a todos ellos señalamos el papel *protagonista* del niño en el proceso de aprendizaje, así como el respeto a los ritmos de cada individuo. Los niños se encuentran mezclados por edades, y en ninguno de ellos las ratios superan los 15 niños por educador. Cada niño goza de libertad para decidir qué quiere aprender, qué actividades le apetece realizar o con quién le apetece jugar.

Sin embargo, al centrarnos en la metodología que cada uno practica, observamos pequeños matices que los diferencian. Cada proyecto sigue un distinto modelo educativo, el cual se caracteriza por combinar diferentes perspectivas pedagógicas, aunque algunos de ellos comparten metodologías como la Montessori. La mayor diferencia existente entre ellos reside en el nivel de *directividad* que plantean en el proceso de aprendizaje. Mientras que en algunos predomina la no directividad, llevando a cabo a lo largo de la jornada el juego libre y el aprendizaje por experimentación y descubrimiento. En otros centros, existe una tendencia en complementar dichos momentos de libre elección con propuestas elaboradas por los docentes, lo cual se ve reflejado también en las rutinas o el establecimiento de un programa u horario fijo. Dichas propuestas parten de los intereses de los niños y se trabaja desde un *enfoque globalizado.*

Para concluir, señalar que los datos recogidos nos proporcionan una primera aproximación al fenómeno de escuelas alternativas. Así, desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias experimentales, nos muestran cómo los CENOC seleccionados favorecen un enfoque indagatorio de la enseñanza (García Pérez, 2000; Molins, García y Ramirez, 2001), permitiendo a los niños hacer preguntas, experimentar a partir del juego, y lo más importante *dejándoles ser* respetando sus ritmos individuales de aprendizaje. Es por ello, por lo creemos necesario seguir estudiando estos movimientos educativos para enriquecer nuestros programas de enseñanza de las ciencias en los grados de infantil y primaria.

Referencias Bibliográficas

Benítez, A. (2017). ¿Qué es la educación alternativa y qué características tiene?: un estudio comparativo en la provincia de Sevilla. Universidad de Sevilla, Sevilla.

Cañada, J. y Morales, Mª. E. (2017). *Una comparativa de los modelos de enseñanza: Escuela tradicional vs escuela libre.* Universidad de Sevilla, Sevilla.

Flores, A. (2016). *Construcción de un Pre-Proyecto de Educación Libre en Sevilla desde el enfoque de la investigación-acción*. Universidad de Sevilla, Sevilla.

García Pérez, F. F (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21-34.

García, A. (2017). *Otra educación ya es posible: Una introducción a las pedagogías alternativas*. Albuixech: Litera libros.

Igelmo Zaldívar, J. y Laudo Castillo, X. (2017). Las teorías de la desescolarización y su continuidad en la pedagogía líquida del siglo XXI. *Educación XXI*, 20(1), 37-56.

Laudo Castillo, X. (2010). *La pedagogía líquida. Fuentes contextuales y doctrinales*. Universidad de Barcelona.

Molins, M., Garcia, E.C., y Ramirez, N.L. (2001). Maria Montessori: el método de la pedagogia científica. In J. Trilla (coord.), *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del sigloXXI* (pp.69-94). Barcelona: Editorial.

Muñoz, C. y Zaragoza, C. (2008). *Didáctica de la educación infantil. Servicios culturales y a la comunidad. CFGS Educación Infantil*. Barcelona: Altamar.

Exposição científica interativa sobre a investigação e inovação responsáveis no âmbito da Geoengenharia Climática: uma iniciativa de ação sociopolítica desenvolvida por futuras professoras

Elisabete Linhares[1,3] **y Pedro Reis**[2,3]

[1] Departamento de Ciências Matemáticas e Naturais. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal. [3]UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. elisabete.linhares@ese.ipsantarem.pt

[2] Departamento de Currículo, Didática e Formação de Professores. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. [3]UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Resumo

O projeto IRRESISTIBLE (EU-FP7) envolveu professores, alunos e a população no processo de Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) sobre controvérsias sociocientíficas mediante uma abordagem por indagação. Em Portugal, uma das etapas desta abordagem pretendia capacitar os participantes para a realização de exposições interativas como forma de ação sociopolítica sobre os temas abordados. Este estudo de caso, centrado numa turma de formação inicial de Professores de Educação Básica, procurou compreender o impacto da realização de uma exposição científica sobre Geoengenharia Climática na capacitação dos participantes para a ação sociopolítica. Os dados obtidos por entrevista, questionário e observação evidenciaram impactos da iniciativa ao nível da informação sobre esta controvérsia e da predisposição para a ação sociopolítica das futuras professoras.

Palavras-chave: Ação sociopolítica; Controvérsias sociocientíficas; Exposição científica; Formação inicial de professores; Investigação e Inovação Responsáveis.

Introdução

O projeto IRRESISTIBLE (EU-FP7) envolveu professores, alunos de diferentes níveis de ensino e a população no processo de Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) sobre controvérsias sociocientíficas através do *Inquiry Based Science Education* (IBSE). No Programa-Quadro da União Europeia (EU) o investimento em investigação é considerado fulcral para o crescimento sustentável e inclusivo da Europa (Direcção-Geral da Investigação e da Inovação, 2014). A IIR assume-se, assim, como uma área estratégica na Europa que requer uma estreita cooperação entre a sociedade e a investigação. Neste contexto, o projeto IRRESISTIBLE procura aumentar a consciência entre os jovens sobre a relação existente entre a investigação e a sociedade através da formação de professores e do seu desenvolvimento profissional. Para tal, foram concebidos módulos de ensino pelas Comunidades de Prática do projeto subordinados a temas científicos atuais. A sua implementação realiza-se segundo o modelo de ensino dos 5E ao qual foram acrescentadas duas etapas - *Exchange e Empowerment* que implicam o desenvolvimento de exposições científicas

interativas pelos alunos (Marques & Reis, 2016). Face à importância da abordagem da IIR e do recurso ao *Inquiry* no contexto da educação em ciências, procurou-se alargar o âmbito de atuação do projeto IRRESISTIBLE a futuras professoras que estavam a frequentar a Licenciatura em Educação Básica, em Portugal. As exposições interativas visam capacitar as futuras professoras para a ação, tendo por base uma compreensão mais profunda da questão estudada. No presente estudo, procura-se, assim, compreender o impacto associado à realização de exposições científicas interativas sobre Geoengenharia Climática (GC) na capacitação de futuras professoras para a ação sociopolítica.

Enquadramento teórico

Quando projetam uma exposição científica, os alunos são incitados a pensar sobre os problemas e a encontrar formas para demonstrar ao público as dimensões da IIR na investigação e na inovação. Para além de permitir reunir as ideias de IIR, as exposições exploram os conteúdos científicos trabalhados na problemática em estudo (Apotheker, Blonder, Akaygun, Reis, Kampschulte & Laherto, 2016). O envolvimento ativo do visitante numa exposição interativa constitui um requisito essencial que possibilita a aplicação do conhecimento construído durante a visita. A dimensão interativa das exposições favorece a emergência de significado que decorre da interação que se estabelece entre os indivíduos e os mediadores presentes na exposição (Reis & Marques, 2016b). A predisposição para a ação sociopolítica implica, segundo Hodson (2003), uma educação orientada para o reconhecimento do ambiente enquanto construção social sobre o qual agimos, alteramos e reconstruímos com as nossas ações. Deste modo, a ação sociopolítica remete para uma forma de participação que requer capacidade e compromisso para realizar ações apropriadas, responsáveis e afetivas em relação às questões sociais, económicas, ambientais e éticas da sociedade (Hodson, 2003). A realização das diversas etapas do modelo de ensino dos 7E pelos alunos (*Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate, Exchange* e *Empowerment*) assegura uma construção progressiva dos seus conhecimentos em relação às problemáticas em estudo. Esta abordagem possibilita um melhor conhecimento sobre a questão em análise, que Hodson (2014) considera essencial para os alunos compreenderem a complexidade de um problema de forma a tomarem uma decisão informada e conseguirem apresentar o seu ponto de vista.

As atividades de cada módulo subordinadas a um tema científico atual e polémico permitem a construção de conhecimentos sobre a problemática em causa bem como a sua discussão tendo em conta as seis dimensões da IIR (Apotheker et al., 2016; Reis & Marques, 2016a).

Metodologia

O presente estudo de caso de natureza qualitativa tem por objetivo compreender o impacto da realização de uma exposição científica interativa sobre Geoengenharia Climática na capacitação de futuras professoras para a ação sociopolítica. Os participantes envolvidos no estudo foram as 19 estudantes (futuras professoras) do 1.º ano do curso de Licenciatura em Educação Básica a frequentar uma unidade curricular de Ecologia.

Para o efeito, os dados foram recolhidos através da aplicação de uma entrevista e um questionário de avaliação final da exposição. A entrevista semiestruturada procurou aprofundar visões e opiniões dos participantes em relação ao fenómeno em estudo (Gray, 2012), respeitando os quadros de referência dos entrevistados (Quivy & Campenhoudth, 1992). O recurso a um questionário de avaliação final da exposição tem por finalidade aceder às opiniões dos visitantes, permitindo ainda obter respostas de um número considerável de indivíduos num curto espaço de tempo (Quivy & Campenhoudt, 1992). As fontes de dados obtidas foram submetidas a uma análise de conteúdo complementada com uma análise estatística (Bardin, 2009).

Exposição científica interativa sobre geoengenharia climática

A exposição científica realizada envolveu diversos objetivos interativos criados por cada grupo de trabalho e pode contar com a participação de uma turma do 8.º ano e do 12.º ano de escolaridade.

A exposição iniciava com um pequeno vídeo introdutório sobre a problemática em estudo para contextualizar os visitantes. Seguindo-se, depois, dois placares, um com um cartaz sobre o efeito de estufa e os fenómenos a ele associado para preencher com vinhetas e outro com notícias, em que tinham de indicar (organizando os títulos em duas colunas) quais as notícias que remetiam para o método da Remoção do CO_2 da atmosfera e as que se referiam à Gestão da Radiação Solar. Outra área da exposição envolvia a análise de Bandas Desenhadas desenvolvidas no programa *Pixton* com as dimensões da IIR nas quais, com base no diálogo existente, os visitantes tinham de preencher os balões vazios e indicar a dimensão em causa. As principais técnicas de cada método de GC (Captura e armazenamento de CO_2, branqueamento de nuvens, fertilização oceânica, influência da cor no Albedo) foram exploradas através de um jogo tipo *Peddy Paper*, em que os grupos de visitantes tinham de realizar um percurso com pistas. Outro espaço da exposição envolvia os participantes na realização de duas atividades experimentais sobre a influência da cor no albedo e a fertilização oceânica, registo de dados num gráfico, interpretação de cartazes e um jogo de correspondências sobre as dimensões da IIR. Por fim, a visita terminava com um breve debate sobre a controvérsia associada a esta problemática. Para avaliar a atividade, realizou-se um jogo no *Kahoot* de forma a se aceder às aprendizagens realizadas pelos visitantes. Os participantes procederam ainda à avaliação da exposição com o preenchimento de um questionário fechado.

Resultados e Discussão

Segundo as participantes no estudo, as principais aprendizagens realizadas com o planeamento, conceção e dinamização da exposição científica interativa centraram-se nas seguintes categorias: a) aprofundar/consolidar conhecimentos (47,4%); b) organizar uma exposição (36,8%); c) comunicar (15,8%); d) explicar a problemática (10,5%); e) importância do trabalho colaborativo (10,5%). Muitas das aprendizagens mencionadas estão relacionadas com competências de cidadania ativa que as estudantes reconheceram ter desenvolvido. Segundo as respondentes, a exposição permitiu aprofundar e consolidar conhecimentos construídos ao longo do módulo "Geoengenharia Climática". Como as futuras professoras são as dinamizadoras da exposição e quem produz e cria os conhecimentos a proporcionar aos visitantes, são estimuladas a pesquisar, a organizar e sistematizar a informação, a explicar as diversas técnicas de GC e a comunicar a informação de forma compreensível e adequada, levando-as a aprender mais sobre a problemática.

> "A pessoa pôr-se a explicar alguma coisa, poder articular algum discurso, explicar coisas e aprender, com elas. Ao mesmo tempo acabamos por interiorizar, aconteceu-me isso". (T17)

Outra aprendizagem centrou-se na capacidade das futuras professoras em organizar uma exposição (36,8%). As estudantes confrontaram-se com uma realidade desconhecida para a maioria - organizar uma exposição, consciencializando-se de todo o trabalho que uma iniciativa desta natureza requer, nomeadamente, a importância de uma organização e de uma gestão do tempo adequadas.

> "É um bocadinho difícil organizar uma exposição, não é (…), temos que cumprir umas determinadas etapas e então acho que essa foi a principal consciência que eu tomei de como é importante termos tudo bem organizado, lá está, o tempo bem distribuído". (T4)

A comunicação foi uma competência também enunciada pelas futuras professoras (15,8%). Assim, se a expressão de ideias se constituiu, inicialmente, como uma dificuldade, esta experiência permitiu a sua superação, ganhando confiança em comunicar as suas ideias. Desenvolveram ainda a sua capacidade para explicar a problemática e esclarecer dúvidas (10,5%).

> "Custa mesmo é o primeiro passo porque depois até é muito fácil falar com as outras pessoas e se as pessoas mostrarem interesse é muito bom porque nós sentimos que estamos a passar uma mensagem que é importante!" (T5)

> "(…) inicialmente estava com muito receio, como é que seria explicar a alunos e fazê-los compreender ou alguma dúvida que eles tivessem, eu não saber responder. (...) a melhor parte da experiência foi essa. Foi eu começar a sentir-me mais à vontade e ter mais confiança". (T16)

Muitas das futuras professoras (73,7%) focam as aprendizagens que a exposição promoveu nos visitantes, como principal impacto, seguindo-se o interesse que terá despertado no público-alvo (57,9%). A exploração da exposição possibilitou aos visitantes compreenderem um tema que lhes era desconhecido e o seu interesse ter-se-á manifestado através da atenção e do questionamento realizados.

> "Mas os alunos, em geral, achei que estavam motivados, que ouviam e participavam. Os professores foram aqueles que referiram mesmo (…) quiseram ir ver o procedimento da experiência para reproduzirem em aulas e claro que estes comentários todos mostram que teve um impacto positivo nos alunos que lá estiveram". (T16)

> A avaliação escrita da exposição permitiu recolher 33 respostas dos visitantes. Nesse questionário, os parâmetros avaliados centraram-se nas características da Exposição. Todos os parâmetros foram avaliados positivamente pelos visitantes que não selecionaram o nível "insuficiente" para nenhuma das características indicadas na tabela de avaliação. As características mais valorizadas foram a dimensão "informativa" da exposição que recolheu 24 avaliações no nível excelente e 8 centradas no nível bom, seguindo-se a característica "interessante" avaliada com excelente por 19 visitantes.

Considerações Finais

As participantes do estudo, através da exposição realizada, tiveram oportunidade para participar numa ação coletiva comunitária sobre uma questão controversa –Geoengenharia Climática– sobre a qual foram construindo conhecimento ao longo das diversas etapas do modelo de ensino dos 7E. Todo o processo realizado permitiu a sensibilização das futuras professoras para o problema (num 1.º momento), bem como sensibilização da comunidade através da dinamização da exposição. Os dados obtidos apontam para o desenvolvimento de diversas competências nas futuras professoras fundamentais a uma mudança de atitude perante os problemas que afetam a sociedade.

A avaliação realizada no final da exposição confirma o impacto positivo evidenciado pelas futuras professoras nos visitantes. Todos os visitantes que responderam ao questionário (em papel) avaliaram positivamente a iniciativa apresentada pela turma, nomeadamente nos parâmetros relativos à sua dimensão informativa e interessante. Estes dados são reveladores do potencial das exposições científicas interativas, designadamente, na sensibilização e reflexão crítica proporcionada nos visitantes e nos próprios dinamizadores da ação. Para que estas iniciativas possam ter um eco mais refletido e efetivo nas práticas destas futuras professoras seria importante proporcionar mais experiências desta natureza ao longo da sua formação.

Referências Bibliográficas

Apotheker, J., Blonder, R., Akaygun, S., Reis, P., Kampschulte, L., & Laherto, A. (2016). Responsible Research and Innovation in secondary school science classrooms: experiences from the project Irresistible. *Pure and Applied Chemistry*, *89*(2), 211-219.

Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Direção-Geral da Investigação e da Inovação (2014). *HORIZON 2020 em breves palavras. O programa-quadro de investigação e inovação da UE*. Bruxelas: Comissão Europeia. Recuperado de: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_PT_KI0213413PTN.pdf

Gray, D. E. (2012). *Pesquisa no mundo real* (2.ª ed.). Porto Alegre: Penso.

Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 645-670.

Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds). *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98). London: Springer.

Marques, R., & Reis, P. (2016). *As exposições como estratégias de ação sociopolítica: cenários do projeto IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1992). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

Reis, P., & Marques, A. R. (Coord.) (2016a). *A Investigação e Inovação Responsáveis em sala de aula. Módulos de ensino IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Recuperado de: http://www.ie.ulisboa.pt/investigacao/publicacoes/ebooks/a-investigacao-e-inovacao-responsaveis-em-sala-de-aula-modulos-de-ensino-irresistible/

Reis, P., & Marques, A. R. (Coord.) (2016b). *As exposições como estratégia de ação sociopolítica: Cenários do projeto IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Recuperado de: http://www.ie.ulisboa.pt/investigacao/publicacoes/ebooks/as-exposicoes-como-estrategia-de-acao-sociopolitica-cenarios-do-projeto-irresistible/

¿Qué saben sobre Biología y Geología de Sierra Nevada (España) los estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada?

Susana Rams Sánchez y Sila Pla-Pueyo

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada

susanarams@ugr.es

Resumen:

Se presentan los resultados de un cuestionario preinstruccional de conocimientos previos sobre la Biología y Geología generales del entorno natural del Parque Nacional de Sierra Nevada, en la provincia de Granada (España). Los encuestados han sido 200 estudiantes de tercer año del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada durante el curso 2017/18. Los datos muestran un desconocimiento generalizado y muy acusado de cuestiones básicas, incluyendo la Geografía de la propia provincia. Se concluye, por una parte, que este espacio natural no constituye un referente significativo para el alumnado encuestado y, por otra parte, que es manifiesta la necesidad de abordar explícitamente su estudio, pues estos futuros docentes deben conocer y ser capaces de interpretar ambientalmente su medio natural cercano.

Palabras clave: Educación Universitaria; Educación Ambiental; cuestionario; Sierra Nevada; España.

Introducción

Justificación del estudio

En el contexto de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada (España), cuyos contenidos incluyen fundamentalmente temas de Biología, Geología y su Didáctica, se ha detectado una preocupante y generalizada situación en relación al bajo nivel de conocimientos y competencias que muestra el alumnado, inclusive durante las pruebas evaluativas, como recientemente han puesto de manifiesto Rams y Romero (2017) sobre aspectos de competencia lingüística escrita en esta misma asignatura. Se abordan desde ella las cuestiones que encajan con lo que tradicionalmente se ha entendido por Ciencias Naturales, mientras que otros aspectos relevantes para la comprensión integral del territorio, incluyendo las actividades humanas, se tratan desde asignaturas del área de Ciencias Sociales. El hecho de unir o separar estos contenidos en términos educativos ha sido frecuente motivo de controversia y así, las más recientes leyes educativas, de uno (LOE) y otro color (LOMCE), han mostrado encontradas opiniones al respecto.

Aun cuando la labor docente es valorada de forma positiva por el propio alumnado, de acuerdo con los datos de los cuestionarios de opinión independientes que maneja la Unidad de Calidad, Innovación y Prospectiva de la misma universidad, estas circunstancias han conducido al profesorado a cuestionar la adecuación del nivel de partida previsto en muchos de los temas tratados.

Uno de estos temas es el conocimiento del entorno natural más cercano, en particular del macizo de Sierra Nevada y los ecosistemas que la componen. Un futuro docente de Educación Primaria debe conocer, al menos de forma general, las particularidades de los Espacios Naturales protegidos de su entorno próximo, máxime cuando se convierte en términos profesionales en un punto clave para el desarrollo de la Educación Ambiental en su territorio (Cebrián y Junyent, 2014).

Fuentes de información sobre el Espacio Natural "Sierra Nevada"

Se ha observado con bastante frecuencia que las sesiones sobre concienciación ambiental en las etapas obligatorias se encuentran vacías de contenidos sobre Biología, Geología o Ecología y que tan sólo exhiben un argumentario ecologista superficial y generalmente de corte sensacionalista (Boada y Escalona, 2005). Por lo tanto, además de la educación formal recibida, se plantea aquí la cuestión de qué otras fuentes pueden proporcionar al alumnado del Grado en Educación Primaria de Granada información de referencia sobre el Espacio Natural de Sierra Nevada y su entorno, así como sobre otros espacios naturales andaluces.

A nivel institucional en la web, la información ofrecida sobre el Espacio Natural de Sierra Nevada (Junta de Andalucía, 2018) menciona los reconocimientos de Parque Natural, Parque Nacional y Reserva de la Biosfera, hace un breve repaso sobre fauna, flora y cultura del área e incluye la extensión y límites de la zona con mapas de información diversa. Se tratan aspectos genéricos de la Biología, la Geología y la Geomorfología del lugar, que se muestran insuficientes para un docente de Educación Primaria. Son abundantes las fuentes donde consultar sobre historia, tradiciones populares, leyendas, montañeros y aventureros románticos de Sierra Nevada (Titos Martínez, 1997), sin embargo, mucho menos frecuentes y de menor difusión son aquellas dedicadas a los seres vivos que habitan el Espacio Natural.

Es, por tanto, necesario para el futuro maestro ahondar en publicaciones específicas, aunque de corte divulgativo, para formarse en relación a esta temática. Para una información general y variada, cabe destacar la guía de visita editada por el Ministerio de Medio Ambiente (VV.AA., 2001), que ayuda en la organización de salidas con el alumnado, y el manual editado por Esfagnos (VV. AA., 2002). Respecto a Geología particular de Sierra Nevada constituyen un útil instrumento para el profesorado la guía de campo de Martín Martín, Braga Alarcón y Gómez Pugnaire (2008) y el tratado sobre las lagunas de Sierra Nevada de Castillo Martín (2016). En relación a Biología existe mayor variedad bibliográfica. Especialmente remarcables son algunas publicaciones de Botánica, como la clásica de Molero-Mesa y Pérez-Raya (1987) y la más reciente de Blanca (2001). En el ámbito de la Zoología son dignas de mención las obras de Olivares *et al.* (2011) sobre mariposas diurnas y de Garzón Gutiérrez y Henares Civantos (2012) sobre aves. Adicionalmente, una revisión de las actividades de índole privada ofrecidas en internet relacionadas con el Espacio Natural de Sierra Nevada muestra que la gran mayoría se centran en rutas turísticas y deportes de aventura, siendo manifiesta la carencia de una oferta que presente un corte más ambiental y científico.

Objetivo

La realización de esta breve investigación tiene dos objetivos principales en relación a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje sobre el macizo de Sierra Nevada y su entorno: identificar los posibles puntos de anclaje en el sentido del aprendizaje significativo y averiguar qué contenidos han sido verdaderamente asimilados de forma mayoritaria en cursos anteriores.

Metodología

Metodología de diseño del cuestionario

El cuestionario se encuentra estructurado en dos partes. La primera parte incluye preguntas concernientes a las posibles variables de correlación: género, edad, localidad y provincia de naci-

miento y de residencia actual, modalidad de Bachillerato cursada, estudios adicionales, último curso recibido con clases de Ciencias Naturales, curso/s en que se recibió información sobre Sierra Nevada, realización de visitas a Sierra Nevada y zonas visitadas de la misma. La segunda parte incluye 30 preguntas sobre conocimientos generales en relación a Sierra Nevada: la primera mitad de ellas (14) sobre Geología, Geomorfología y Geografía generales y la segunda mitad (16) sobre Flora, Fauna y el propio Parque Nacional.

La tipología de las preguntas se reparte como sigue: 18 preguntas tipo test cerradas de cuatro respuestas y 12 preguntas abiertas, ofreciendo la posibilidad de cumplimentar en ellas dos (2), tres (6) o cuatro respuestas (4). Esta variedad en la tipología trata de compensar el posible efecto azaroso de las preguntas tipo test cerradas. El nivel de las preguntas encaja, para el 80% de ellas, entre los cursos 1º y 4º de ESO y, para el 20% restante, entre 1º y 2º de Bachillerato.

Metodología de toma y análisis de datos

La prueba fue realizada, garantizando el anonimato de los participantes, a lo largo del mes de octubre de 2017 por un total de 200 estudiantes de diferentes grupos (A, C, F, G y H) de tercer curso de los Grados en Educación Primaria y Educación Primaria Bilingüe de la Universidad de Granada (España).

El cuestionario, así como las respuestas requeridas, se han obtenido íntegramente en modo textual ocupando tres páginas A4: una para la primera parte, otra para las preguntas sobre Geología, Geomorfología y Geografía generales y una tercera para las preguntas sobre Flora, Fauna y el propio Parque Nacional. El tiempo medio aproximado para su cumplimentación fue de 15 minutos.

Las respuestas de la totalidad de los cuestionarios fueron transformados a una base de datos Access© 2013. Sobre ellos se han calculado datos estadísticos básicos como porcentajes, medias, varianzas y coeficientes de correlación.

Análisis de resultados y discusión

Perfil de los estudiantes

De los 200 estudiantes que conforman la población estudiada, un 63.0% de ellos son mujeres, un 35.0% hombres y un 2.0% no indicaron su género. En cuanto a la edad, un 95.0% tiene 25 años o menos, un 4.0% tiene entre 26 y 39 años y un 1.0% tiene 40 años o más. Esta mayoría de mujeres no es una situación extraordinaria en la historia de la carrera de Magisterio, sino más bien la tónica (Gobierno de España, 2018), así como tampoco es extraño encontrar con cierta frecuencia estudiantes mayores de 25 y de 40 años.

Respecto al lugar de nacimiento, un 88.5% son naturales de alguna provincia andaluza, un 10.0% de otras Comunidades Autónomas y tan sólo un 1.5% no son españoles. Destaca un 59.0% de nacidos en la provincia de Granada, seguido de un 9.0% en la de Jaén, 5.5% en la de Málaga, 4.5% en la de Almería, 4.0% en la de Córdoba, 3.5% en la de Cádiz, 2.5% en la de Sevilla y 0.5% en la de Huelva.

En relación a la residencia actual, un 69.5% indica la ciudad de Granada, un 26.0% algún municipio de esta provincia, un 3.0% otras provincias andaluzas colindantes y un 1.5% NS/NC. El hecho de que un 95.5% de los estudiantes residan actualmente en la provincia de Granada, cursando tercer año, podría indicar que habrían adquirido de un modo informal, desde el inicio de sus estudios superiores, cierto conocimiento sobre el entorno natural, incluyendo Sierra Nevada.

La modalidad de Bachillerato cursada corresponde mayoritariamente con Humanidades y Sociales, con un 63.5% del total de estudiantes, mientras que Ciencias se queda en un 27.0% y Artes en un 2.0%. Un 5.0% no proceden de Bachillerato y un 2.5% NS/NC. Este perfil mayoritario

de alumnos que cursaron pocas asignaturas de la rama científica en los años previos condiciona en términos generales el desarrollo de la asignatura y puede ser una de las principales variables que expliquen la carencia de nivel observado. Según ellos mismos declaran, un 41.5% recibió su más reciente clase de Ciencias Naturales en 3º de ESO, un 33.5% en 4º de ESO, un 5.0% en 1º de Bachillerato, un 15.0% en 2º de Bachillerato y otro 5.0% NS/NC.

En relación a Sierra Nevada, un 24.5% indica no haber recibido nunca instrucción formal sobre este macizo montañoso, un 52.0% sólo en un curso, un 5.0% en dos cursos, un 2.5% en tres cursos, un 3.5% en cuatro cursos, un 2.5% en seis cursos y un 10.0% NS/NC. Respecto a qué curso puede ser el mayoritario en que hayan recibido alguna información sobre Sierra Nevada, los datos no muestran diferencias muy llamativas entre ellos y oscilan entre un 7.5% para 1º de Bachillerato y un 14.2% para 3º de ESO.

Para completar el perfil es interesante comentar que un 17.5% nunca ha visitado Sierra Nevada, un 58.0% la ha visitado alguna vez (aunque un 26.7% esta categoría no sabe nombrar qué zona ha visitado), un 24.0% la ha visitado muchas veces y un 0.5% NS/NC. Entre los que la han visitado sólo alguna vez, un 69.8% de las respuestas nombran lugares como Pradollano, pistas de esquí, Borreguiles, Veleta, Hoya de la Mora, Virgen de las Nieves, CAR u Observatorio Astronómico, cifra que asciende a un 77.6% entre los que la han visitado muchas veces. Estas respuestas muestran una clara relación con la zona geográfica de las inmediaciones de la Estación de Esquí de Sierra Nevada y es llamativo observar cómo se produce una identificación del macizo completo con ella. Entre los restantes lugares citados, destacan únicamente el Mulhacén, las Alpujarras y el Área Recreativa de La Ragua.

Análisis de las respuestas

Se destacan a continuación las respuestas cuyo porcentaje erróneo o en blanco ha sido especialmente llamativo (ver Figura 1). Un 65.0% indicaron que Sierra Nevada se encuentra únicamente en la provincia de Granada. Sólo un 26.0% fueron capaces de indicar correctamente la altitud aproximada del pico Mulhacén. Requerido el nombre de cuatro picos del macizo, sólo el 28.5% completó ese número, siendo Veleta, Mulhacén, Alcazaba y Caballo los más nombrados por orden. Del mismo modo, requerido el nombre de cuatro pueblos, un 20.5% dejó las respuestas en blanco mientras que el 45.0% pudo completarlos en su totalidad, siendo Lanjarón, Monachil, Trevélez y Capileira los primeros de la lista de resultados. Entre los ríos, son Genil, Dílar, Monachil y Veleta los más conocidos, destacando un 34.0% que dejó las respuestas en blanco. En relación a las lagunas el conocimiento es incluso menor, con un 64.5% en blanco, siendo la Laguna-embalse de Las Yeguas, Laguna Larga, Laguna de La Mosca y Laguna del Caballo las más nombradas por orden.

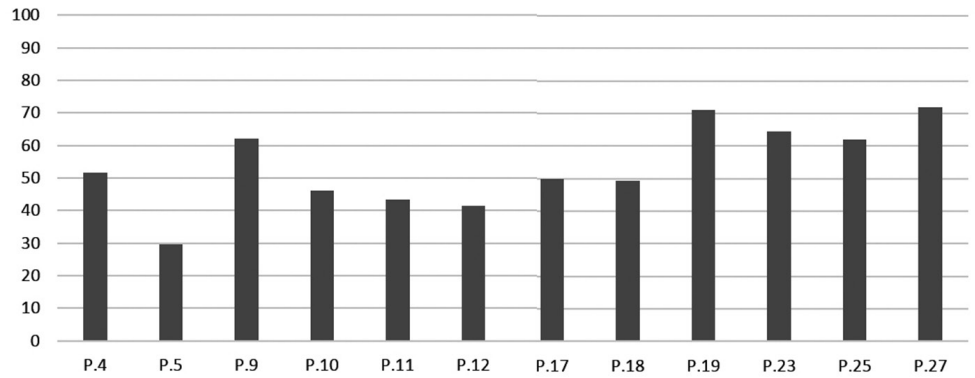


Figura 1. Representación del porcentaje de error en las preguntas con respuestas cerradas para Geología (P.4, P.5, P.9, P.10, P.11 y P.12) y Biología (P.17, P.18, P.19, P.23, P.25 y P.27)

Respecto a las preguntas de Geología, un 51.5% no fueron capaces de reconocer qué tipo de rocas son las más abundantes en el macizo de Sierra Nevada. Un 62.0% no contestaron correctamente el periodo geológico de su formación. Un 46.0% no identifican las placas tectónicas implicadas en el proceso. Un 43.5% no asocia erosión y/o actividad tectónica con procesos actuales y el 41.5% no interpreta correctamente los glaciares.

Respecto a las preguntas de Biología, un 50.0% conoce el número aproximado de especies vegetales presentes en el macizo, así como el concepto de "especie endémica", sin embargo sólo un 28.0% fueron capaces de indicar correctamente cuántas de ellas viven en Sierra Nevada. Las más nombradas en este caso fueron manzanilla, estrella de las nieves, romero y valeriana. Curiosamente las mismas que resultaron mayoritarias al nombrar plantas medicinales. Desta un 88.5% que dejó en blanco citar alguna estrategia adaptativa de los vegetales a la vida en las cumbres montañosas. En cuanto a los animales, sólo un 23.0% conocen el número aproximado de endemismos de este grupo biológico, un 64.5% desconoce dónde encontrar anfibios y reptiles en Sierra Nevada. Los mamíferos más nombrados son las cabras montesas y los zorros. Un 62.0% desconoce el número aproximado de aves nidificantes en la zona y destaca la frecuencia con que se nombra al águila.

En relación a preguntas específicas del Parque Nacional, conservación y otros detalles, sólo un 18.0% desconoce el ecosistema más representativo, mientras que un 39.0% ignora los principales tipos de formaciones boscosas y un 48.0% no asocia el clima Mediterráneo a Sierra Nevada. El cambio climático, los incendios y el turismo se indican como las principales amenazas ambientales a que está sometida Sierra Nevada.

Conclusiones

Respecto a la información científica a nivel teórico sobre Sierra Nevada que se puede encontrar se concluye que no existen demasiadas actividades ofertadas que integren la educación biológica, geológica y ambiental, y aquellas que ya existen no se divulgan de forma eficiente, puesto que hay que realizar búsquedas muy específicas para llegar a ellas.

Respecto al grado de conocimiento del alumnado sobre el macizo de Sierra Nevada, se observa un desconocimiento generalizado y muy acusado de cuestiones básicas sobre su Biología y Geología, incluyendo la Geografía de la propia provincia. Se concluye, por una parte, que este espacio natural no constituye un referente significativo para el alumnado encuestado y, por otra parte, que es manifiesta la necesidad de abordar explícitamente el estudio de los aspectos básicos que sobre Sierra Nevada debe conocer un docente de Educación Primaria, con objeto de conocer y ser capaces de interpretar ambientalmente su medio natural cercano.

Referencias bibliográficas

Blanca, G. (Coord.) (2001). *Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada.* Granada, España: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Universidad de Granada.

Boada, D. y Escalona, J. (2005). Enseñanza de la educación ambiental en el ámbito mundial. *Educere*, 9(30), 317-322.

Castillo Martín, A. (2016). *Lagunas de Sierra Nevada*. Granada, España: Editorial Universidad de Granada.

Cebrián, G. y Junyent, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias,* 32 (1), 29-49.

Garzón Gutiérrez, J. y Henares Civantos, I. (2012). *Las Aves de Sierra Nevada.* Granada, España: Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Gobierno de España (2018). *Series históricas de estudiantes universitarios*. Madrid (España): Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de: https://www.educacion.gob.es/educabase/menu.do?type=pcaxis&path=/Universitaria/Series/Estudiantes/Egresados/&file=pcaxis&l=s0

Junta de Andalucía (2018). *Ventana del visitante de los Espacios Naturales.* Sevilla (España): Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/

Martín Martín, J.M., Braga Alarcón, J.C. y Gómez Pugnaire, M.T. (2008). *Itinerarios geológicos por Sierra Nevada. Guía de campo por el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada.* Madrid, España: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Molero-Mesa, J. y Pérez-Raya, F. (1987). *La Flora de Sierra Nevada.* Granada, España: Servicio de Publicaciones. Universidad de Granada.

Olivares, F.J., Barea-Azcón, J.M., Pérez López- F.J., Tinaut, A. y Henares, I. (2011). *Las mariposas diurnas de Sierra Nevada.* Santa Fe, Granada, España: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Rams Sánchez, S. y Romero López, M.C. (2017). Análisis de la competencia lingüística escrita en pruebas evaluativas de asignaturas de Ciencias Experimentales del Grado en Educación Primaria En: Caldevilla Domínguez, D. (Ed.) *Libro de actas del Congreso CUICIID 2017* (p. 502). Madrid (España): Fórum Internacional de Comunicación y Relaciones Públicas (Fórum XXI).

Titos Martínez, M. (1997). *Sierra Nevada: una gran historia. Vol. I y II.* Granada, España: Universidad de Granada-CETURSA Sierra Nevada, S.A.

VV.AA. (2001). *Parque Nacional de Sierra Nevada. Guía de visita.* Madrid, España: Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente.

VV.AA. (2002). *Parque Nacional de Sierra Nevada.* Talavera de la Reina, España: Esfagnos.

¿Qué piensan los niños y niñas de educación infantil sobre las abejas?

Gloria Rodríguez-Loinaz, Naiara Toral y Igone Palacios-Agundez

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Facultad de Educación de Bilbao. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

gloria.rodríguez@ehu.eus

Resumen

El objetivo de este trabajo es conocer la visión que los niños y las niñas de educación infantil tienen sobre las abejas y analizar cómo la han adquirido. Para la obtención de los datos se utiliza un cuestionario semi-abierto y una muestra compuesta por 47 niños y niñas de 5-6 años de edad. Los datos indican que un porcentaje muy alto de los niños y niñas tienen una percepción negativa de las abejas ya que las asocian con las picaduras. Esta visión es compartida independientemente del modo en el cual indican haber adquirido su conocimiento. Por lo tanto, es necesario reforzar el trabajo educativo en todos los campos, tanto en el ámbito familiar como escolar, estableciendo lazos entre la enseñanza formal e informal, con el objetivo de cambiar esta visión y evitar miedos. Como estrategia educativa, se recomienda utilizar la asociación de ideas positiva detectada con la miel.

Palabras clave: Abejas; Educación Infantil; Percepción; Educación Ambiental.

Introducción

La educación infantil y los grados inferiores de la educación primaria (es decir, antes de los 6 años de edad) es un período crucial para empezar a conocer y afianzar valores sobre la naturaleza y el mundo que nos rodea (Zabala, 2006). En el campo de la educación científica, se cree que la exposición temprana a las explicaciones científicas sobre los fenómenos naturales y las diferentes especies de seres vivos que nos rodean puede influir positivamente en una mejor comprensión del mundo circundante, así como en el éxito de los alumnos y alumnas en comprender conceptos científicos posteriores, además de valorar y respetar más el medio ambiente (Torres-Porras et al., 2017).

En relación a la valoración de los diferentes seres vivos, la visión que tienen las personas de ellos puede tener un efecto positivo o negativo en su protección. Dicha visión se va construyendo desde la infancia debido a las experiencias vividas, la educación recibida o la cultura imperante, entre otros factores (Pooley, 2000). En muchos casos las personas tienen una visión negativa de determinados animales ya que los asocian con el dolor o el miedo, como es el caso de los murciélagos y las arañas (Prokop, 2008). Esto puede contribuir a que no tengan una actitud en pro de su conservación (Iozzi, 1989; Kraus, 1995). Por ello, el papel de la educación es fundamental para dar a conocer la importancia de la naturaleza para nuestro bienestar y fomentar el cuidado y respeto hacia ésta (Acevedo-Díaz et al., 2005). Además, si los valores sobre la importancia de la naturaleza se transmiten desde una edad temprana, es decir, desde la infancia, quedarán afianzados de una manera mucho más sencilla y rápida. Es por ello que la construcción de actitudes positivas hacia los animales en una edad temprana debe ser uno de los principales objetivos de

los programas de educación ambiental, ya que el aumento del conocimiento ambiental puede resultar en actitudes positivas pro-ambientales (Prokop, 2008). Al fin y al cabo, es difícil que queramos algo que no conocemos, y si no lo queremos es difícil que lo cuidemos.

Existen muchos animales indispensables, no solo para el buen funcionamiento de los ecosistemas sino para la supervivencia del ser humano, que no son muy apreciados por la población. Éste es el caso de las abejas. Estos pequeños insectos juegan un papel muy importante en nuestra vida, ya que de ellas depende en gran medida la polinización de los cultivos de los cuales dependemos para alimentar a la población mundial (MA, 2005). A pesar de ello, las poblaciones de abejas a nivel mundial están disminuyendo a pasos agigantados debido al uso de insecticidas y a la destrucción y fragmentación de sus hábitats. Para frenar la pérdida de las poblaciones de abejas, es necesario cambiar la visión negativa que gran parte de la población tiene de las mismas y hacer que sean más valoradas. Para ello, es necesario comenzar a trabajar desde la infancia, ya que es a edades tempranas cuando se empieza a conocer y afianzar valores sobre la naturaleza y el mundo que nos rodea (Cruz et al., 2009). En esa labor, la educación cumple un papel fundamental, ya que la actitud pro-ambiental aumenta a medida que aumenta el conocimiento (Thompson y Mintzes, 2002).

Por ello, el objetivo de este trabajo es conocer las concepciones que los niños y niñas de edades entre 5 y 6 tienen acerca de las abejas y analizar cómo las han adquirido, con el objetivo final de dar unas claves que ayuden a reforzar la educación para hacer que la percepción actual que existe sobre las abejas cambie a una percepción más positiva y sean más valoradas.

Metodología

Descripción de la muestra

La muestra estudiada estuvo compuesta por 47 niños y niñas (21 y 26, respectivamente) de entre 5 y 6 años. La totalidad de los sujetos de la muestra se encontraban en el último año de educación infantil cuando se realizó la investigación y se encontraban en el nivel académico apropiado según su edad.

La autorización para entrevistar a los niños y niñas se obtuvo de la junta académica del colegio, centro situado en un municipio con más de 200.000 habitantes perteneciente a la Comunidad Autónoma Vasca, España.

Procedimiento

El procedimiento utilizado para llevar a cabo la investigación se basó en la realización de sesiones individuales con cada sujeto de la muestra (Villarroel y Ros, 2013). Durante estas sesiones, las cuales no duraron más de 10 minutos, se desarrolló un diálogo dirigido por una serie de preguntas semi-abiertas (Tabla 1).

Tabla 1. Preguntas utilizadas para realizar el cuestionario semi-abierto

	Preguntas	Objetivos de las preguntas
1	¿Has visto alguna vez una abeja?	Pregunta inductiva
2	¿Qué hacen las abejas?	Pregunta informativa
3	¿Dónde viven?	Pregunta informativa
4	¿Te gustan?, ¿Por qué?	Pregunta inductiva e informativa
5	¿Qué haces cuando ves una abeja?	Pregunta informativa
6	¿Están vivas?, ¿Por qué?	Pregunta informativa
7	¿Dónde has aprendido todas estas cosas sobre las abejas?	Pregunta informativa

Estas sesiones se realizaron durante los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017, siempre dentro del horario escolar.

Previamente a la realización de las sesiones individuales se presentó a toda la clase a un peluche con forma de muñeco, con nombre Olaf, con el fin de atraer la atención de los niños y niñas (Villarroel y Ros, 2013). Tras presentarles al muñeco se les explicó que Olaf necesitaba su ayuda para averiguar cosas sobre las abejas y posteriormente se comenzó con las entrevistas individuales. Para ello, dentro de la misma aula se preparó una mesa, donde se sentaban el entrevistador y Olaf, y los niños y niñas iban pasando de uno en uno. Mientras tanto, el resto de alumnos y alumnas seguían realizando sus actividades de clase con la profesora.

Una vez que todos los niños y niñas de la clase realizaron las entrevistas individuales, se volvió a utilizar la "excusa" de Olaf para que todos juntos pudieran realizar una puesta en común. Se preguntó a la clase qué había aprendido Olaf y se aprovechó para explicar qué hacen las abejas, dónde viven, etc. y sobre todo para hacerles ver que las abejas no son malas y no pican si se las deja tranquilas y que, por lo tanto, no tenían que tenerles miedo. De esta manera, además de extraer información sobre la percepción de los niños y niñas, se aprovechó para educar en la materia.

Resultados

A continuación se presenta el análisis de las respuestas obtenidas durante la realización del cuestionario semi-abierto. Únicamente se presentan los resultados de las preguntas relacionadas con actitudes, miedos y modos de aprendizaje.

Respecto a las preguntas "¿qué hacen las abejas?", y "¿te gustan?, ¿por qué?" hubo variedad de respuestas (Tabla 2). Casi la mitad de los niños y niñas (47%) indicaron que las abejas lo que hacen es picar, mientras que el 23% indicó que las abejas hacen miel. Por otra parte, un porcentaje elevado de los niños y niñas (21%) respondieron que no sabían lo que hacen las abejas.

Tabla 2. Respuestas a las preguntas: ¿Qué hacen las abejas?; y ¿Te gustan?, ¿Por qué?

¿Qué hacen las abejas?	%	¿Te gustan?	%	¿Por qué?	%	Nº niños/niñas
Picar	46.81 %	Si	14,90%	Porque hacen miel	**8,51%**	4
				Otros	6.38%	3
		No	31,91%	Porque pican	**29.78%**	14
				No sé	2,13%	1
Miel	23,41%	Si	10,63%	Porque hacen miel	**10,63%**	5
		No	12,78%	No sé	4,26%	2
				Porque me dan miedo	4,26%	2
				Porque pican	**4,26%**	2
No sé	21,27%	Si	6,38%	Sí, pero pican	4,26%	2
				Porque hacen miel	**2,13%**	1
		No	14,89%	Porque pican	8,51%	4
				No sé	6,38%	3
Otros	8.51%	Un poco	4,26%	Porque pican	**2.13%**	1
				Porque hacen miel	**2.13%**	1
		No	4,26%	Porque pican	**4,26%**	2
					TOTAL	47

Los resultados muestran que hay un predominio de niños y niñas (64%) que indican que no les gustan las abejas. Esto es debido a que en la mayoría de los casos las asocian con las picaduras. En concreto, el 30% las asocia directamente y desde el primer instante con las picaduras. Además, existe otro grupo de niños y niñas (17%) que, a pesar de no asociar en un primer instante a las abejas con las picaduras, cuando se les preguntan si les gustan responden que no porque pican. Por otro lado, existe otro grupo importante de niñas y niños (32%) a los que les gustan las abejas ya que en la mayoría de los casos (21%) las asocian con hacer miel; a pesar de que una parte de ellos y ellas la primera asociación que realizaron fue con las picaduras.

En la Tabla 3 se pueden observar las respuestas obtenidas a la pregunta "¿qué haces cuando ves una abeja?". El 40% respondió que cuando ven una abeja lo que hacen es correr y/o ir a otro sitio. Por otro lado, el 19% respondió que lo que hacen es quedarse quietos/as, el 6% dijeron que no hacen nada y, por último, el 13% no supo que responder a esta pregunta.

Tabla 3. Respuestas a la pregunta: ¿Qué haces cuando ves una abeja?

Respuesta	Número de niños/niñas	%
Correr y/o ir a otro sitio	19	40,42%
Quedarme quieto/a	9	19,15%
No sé	6	12,77%
Nada	3	6,38%
Otros	10	21,28%

En cuanto a la última pregunta, sobre dónde habían aprendido todas estas cosas, un porcentaje elevado (28%) admitió que no sabía dónde lo habían aprendido (Tabla 4). El 26% respondió que en su entorno familiar (ej: "en mi casa"; "me lo ha dicho mi madre"), el 19% que ellos solos y el 19% a través de experiencias que habían vivido (ej: "me picó en la piscina").

Tabla 4. Respuestas a la pregunta: ¿Dónde has aprendido todas estas cosas de las abejas?

Respuesta	Número de niños/niñas	%
No sé	13	27,65%
En el entorno familiar	12	25,53%
Yo solo/a	9	19,15%
En experiencias vividas	9	19,15%
Con la televisión / libros	4	8,52%

Por último, se analizó si existían diferencias en las respuestas dadas por los niños y niñas a las preguntas: ¿qué hacen las abejas?, ¿te gustan?, ¿por qué?, ¿dónde viven? y ¿están vivas?, en función de dónde indicaban haber aprendido todas esas cosas (Tabla 4). Los resultados no mostraron diferencias significativas en función del modo en que los niños y niñas indicaban haber adquirido su conocimiento en ninguno de los casos.

Discusión y Conclusiones

Los datos presentados en este estudio muestran que los niños y niñas de entre 5 y 6 años siguen dos tendencias principales en sus respuestas: las abejas pican y no me gustan; y, por otro lado, las abejas hacen miel y me gustan.

Existe un predominio de los niños y niñas que tiene una percepción negativa de las abejas ya que establecen una relación con el dolor, puesto que las asocian con las picaduras. El miedo, como mecanismo para evitar el daño, es una emoción que se experimenta a lo largo de toda la vida, aunque los estímulos que lo originan pueden ir variando en el transcurso del desarrollo: unos miedos remiten y otros aparecen para posibilitar la adaptación ante las continuas y cambiantes demandas del medio (Ascencio, et al., 2012). Además, Ascencio et al. (2012) señalan que "la infancia y la adolescencia son las etapas en las que típicamente inician las fobias y otros trastornos de ansiedad", por ello, tratar de aplacar este miedo desde edades tempranas es de gran importancia.

El miedo a las abejas, al igual que otros miedos, es totalmente superable ya que las bases para ello están en los estímulos que lo originan, es decir, el desconocimiento sobre las abejas. Por lo tanto, la educación puede jugar un papel fundamental. Tras ver que no existe ninguna influencia (ni positiva ni negativa) en los modos de aprendizaje antes mencionados, se concluye que es necesario reforzar el trabajo educativo en todos los campos, ya sea en el ámbito familiar como en el escolar, estableciendo lazos de colaboración entre la enseñanza formal e informal (Marenales, 1996).

Los resultados también han mostrado como un porcentaje importante de niños y niñas indicaron que les gustan las abejas puesto que éstas hacen miel. Visto que esta asociación entre las abejas y la miel tiene un efecto positivo en la percepción que tienen los niños y niñas de las abejas, se recomienda fortalecer esta asociación de ideas en el ámbito educativo.

Bibliografía

Acevedo-Díaz, J. A., Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4(*2), 1-30.

Ascencio, M., Fresán, A., Páez, F., Robles-García, R., Vázquez, L. y Vila, M. G. (2012). Estudio de traducción, adaptación y evaluación psicométrica del Inventario de Miedos FSSC-II en una muestra de estudiantes de educación media superior. *Salud mental*, *35*(3), 195-203. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252012000300003&lng=es&tlng=es.

Cruz J. L., De Castro, A. y Ruiz-Montoya, L. (2009). *Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza. Convergencia, 16*(50), 353-382. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000200014&lng=es&tlng=es.

Iozzi, L. A. (1989). What research says to the educator: Part one, environmental education and the affective domain. *Journal of Environmental Education,* 20(3), 3-9.

Kraus, S. J. (1995). Attitudes and the prediction of behavior: a meta-analysis of the empirical literature. *Personality and Social Psychology Bulletin,* 21(1), 58–75.

Marenales, E. (1996). Educación formal, no formal e informal. *Temas para concurso de maestros, Editorial Aula.* Recuperado de: https://es.scribd.com/document/69268278/Educacion-Informal

Millennium Ecosystem Assessment (MA). (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: A Synthesis Report*. Washington, DC: Island Press. Recuperado de: http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf.

Pooley, J. A. (2000). Environmental Education and attitudes: Emotions and Beliefs are what is needed. *Environment and Behavior, 32*(5), 711–723.

Prokop, P. (2008). "Disgusting" Animals: Primary School Children's Attitudes and Myths of Bats and Spiders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 4*(2), 87-97.

Thompson, T.L. y Mintzes, J.J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: on knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education,* 24(6), 645-660.

Torres-Porras, J.; Alcántara, J.; Arrebola, J.C.; Rubio, S.J. y Mora, M. (2017) Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 14(1), 258-270.

Villarroel, J. D. y Ros, I. (2013). Young Children's Conceptions of Rainfall: A Study of Their Oral and Pictorial Explanations. *International Education Studies,* 6(8), 1-15.

Zabala, M. (2006). *Didáctica de la Educación Infantil*. (4 ed). Madrid: Narcea, S. A. De Ediciones.

Línea 5. Educación científica y sociedad

Simposios

Simposio 1

Ciencia, Ciudadanía y Didáctica de las Ciencias

Ángel Ezquerra
(coord.)

En los últimos años se ha producido un importante avance en la *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología* como indican las encuestas de la FECYT. Esta preocupación también se da a nivel europeo como señala el *Eurobarometer: Public Perception of Science, Research and Innovation*. Por otra parte, han sido muchos los autores que desde la Didáctica de las Ciencias han realizado estudios para identificar cuestiones socio-científicas. Estos hechos parecen demandar un análisis de la ciencia existente en el entorno de la ciudadanía, de las repercusiones sociales, culturales, políticas y económicas, de su enseñanza y de la formación de sus docentes. Nuestra área, parece la candidata perfecta para llevar a cabo el estudio de una temática tan poliédrica. En este simposio se plantean una serie de ponencias que consideran diferentes enfoques sobre la Ciencia, la Ciudadanía y la Didáctica de las Ciencias:

Percepción pública de la ciencia en España. Implicaciones para la didáctica de las ciencias, profesor Ángel Blanco López. En este trabajo se analizan las implicaciones para la didáctica de las ciencias que se desprenden de los cuatro modelos de cultura científica propuestos por Santos, Escobar y Quintanilla a partir de los resultados obtenidos en la encuesta 2016 sobre percepción social de la ciencia en España.

¿Cómo utilizan los futuros maestros sus conocimientos frente a un anuncio televisivo sobre ahorro energético, antes de nuestra intervención?, profesores Antonio de Pro Bueno, Carlos de Pro Chereguini y Javier Rodríguez Moreno. El trabajo explora cómo utilizan los alumnos del Grado de Educación Primaria sus conocimientos ante unos anuncios publicitarios sobre el ahorro energético. Se ha obtenido resultados sobre la adquisición de una serie de subcompetencias.

Estudio de los planteamientos de investigación en torno a la ciencia presente en la sociedad desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales, profesores Angel Ezquerra, Asunción G. Campillejo y Amparo E. Benéitez. Este trabajo tiene por objetivo identificar los métodos de investigación utilizados en las revistas científicas especializadas. Los resultados indican la existencia de ciertos elementos comunes, pero también una gran dispersión de métodos de investigación, lo que parece indicar la dificultad de análisis y complejidad del tema.

O impacto do projeto "We Act" nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica, profesores Pedro Reis y Luís Tinoca. El objetivo del proyecto "We Act" es apoyar a profesores y alumnos en la toma de acciones informadas y negociadas para resolver problemas sociales y ambientales de base científica y tecnológica. Los datos indican diferencias entre las percepciones antes y después de las acciones implementadas.

Ejemplos de contextos sociales en los que es importante desarrollar el pensamiento crítico de los ciudadanos, profesores Enrique España-Ramos, Francisco José González-García y Antonio Joaquín Franco-Mariscal. Este trabajo profundiza en los contextos sociales que los expertos de un estudio Delphi consideraron importantes para desarrollar el pensamiento crítico. Los ejemplos propuestos se categorizaron en tres contextos (salud, medioambiente y recursos naturales) y tres niveles de relevancia en la vida (personal, social y global).

Percepción pública de la ciencia en España. Implicaciones para la didáctica de las ciencias

Ángel Blanco López

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

ablancol@uma.es

Resumen:

En este trabajo se analizan las implicaciones para la didáctica de las ciencias que se desprenden de los cuatro modelos de cultura científica de la ciudadanía propuestos por Santos, Escobar y Quintanilla a partir de los resultados obtenidos en la encuesta 2016 sobre percepción social de la ciencia en España. Se analizan estos modelos con respecto a las dos dimensiones que los conforman, la actitud general hacia la ciencia y el nivel de conocimientos científicos, y se estudia su relación con respecto a las creencias sobre las pseudociencias y las supersticiones. Los resultados del análisis muestran la necesidad de tratar en la enseñanza de las ciencias la demarcación de la ciencia y de reflexionar sobre como concebir y fomentar la actitud hacia la ciencia.

Palabras clave: Percepción pública de la ciencia; cultura científica; actitud hacia la ciencia; conocimientos científicos.

Introducción

La presencia de la ciencia y la tecnología en las diferentes esferas en las que se desarrolla la vida de las personas se ha incrementado de manera notable en las últimas décadas (European Commission, 2015). Esto ha llevado a plantearse cada vez con más énfasis cuál es la formación que la ciudadanía debería tener en aquellos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología. Parece evidente que las personas necesitan una formación distinta a la tradicional para desarrollar su vida personal, social, profesional y cultural en un mundo cada vez más globalizado (Carter, 2005, 2008) y más dependiente de la ciencia y la tecnología (OECD, 2005; Fensham, 2007).

La didáctica de las ciencias se ha preocupado de esta cuestión de hace más de 50 años, articulando sus respuestas en torno a grandes ideas como "ciencia para todos" (Fensham, 1985), "Ciencia, Tecnología y Sociedad" (CTS) (Solomon y Aikenhead, 1994), "comprensión pública de las ciencias" (Fensham y Harlen, 1999) o "alfabetización científica" (Fourez, 1997). A estos planteamientos hay que sumar, desde comienzos del presente siglo, el de las competencias clave para la vida (OECD, 2005), que si bien surge desde un ámbito más general (Fensham, 2007) está teniendo una notable influencia en la forma en que los sistemas educativos están planteando las finalidades de la educación científica escolar (DeBoer, 2011).

Desde estas perspectivas, las relaciones entre ciudadanía y ciencia son consideradas según el valor que la ciencia tiene para distintos ámbitos de la vida (personal, social o global). De esta forma se han planteado diversas finalidades de la educación científica para la ciudadanía (Acevedo, 2004): propedéutica, democrática, funcional, seductora, útil, personal y cultural.

Paralelamente desde ámbitos externos a la didáctica de las ciencias, tales como los de la comprensión publica de las ciencias (Stocklmayer y Bryant, 2012) o la comunicación científica (Burns,

O'Connor y Stocklmayer, 2003) entre otros, se ha venido investigación y analizando las relaciones entre la ciencia y la ciudadanía. Una de las conclusiones de los estudios realizados desde estas perspectivas es que no existe una única forma de entender el concepto de ciudadanía con respecto a su relación con la ciencia y la tecnología (Braun y Schultz, 2010). Esto ha conllevado, entre otros aspectos, identificar diferentes tipos de ciudadanos con respecto a su percepción de la ciencia y, por ende, su grado de implicación en la misma.

Con objeto de aportar alguna luz sobre esta cuestión, en este trabajo se presentan los modelos de cultura científica definidos por Santos, Escobar y Quintanilla (2017) tomando los resultados obtenidos en la encuesta 2016 sobre percepción social de la ciencia en España (Fecyt, 2017) y, a partir de ellos, se analizan las implicaciones para la didáctica de las ciencias.

Modelos de cultura científica

En los estudios sobre cultura científica se suelen distinguir tres paradigmas: el de alfabetización científica, el de percepción pública de la ciencia y el de implicación del público en la ciencia (Bauer, 2009; Cortasa, 2012). En el paradigma de la alfabetización científica (no entendido de la misma forma que suele hacerse desde la didáctica de las ciencias) se supone que lo que caracteriza a la cultura científica de un grupo social es el nivel de conocimientos científicos que comparten sus miembros. En el de percepción pública, se supone que el componente esencial de la cultura científica está formado por la actitud del público hacia la ciencia. Finalmente, en el paradigma de implicación con la ciencia, aún no muy bien definido, se mezclan los dos tipos de componentes: el nivel de alfabetización científica del público y el tipo de actitud positiva o negativa hacia la ciencia.

En función de los dos componentes utilizados para definir estos paradigmas, el nivel de conocimientos científicos y la actitud general hacia la ciencia, Santos, Escobar y Quintanilla (2017) identifican lo que denominan modelos ideales de cultura científica (tabla 1).

Tabla 1. Modelos de cultura científica (adaptado de Santos, Escobar y Quintanilla, 2017).

Modelo	Actitud general hacia la ciencia (AGC)	Nivel de conocimiento científico (NCC)	Presencia en la muestra
A	Muy positiva	Máximo	46%
B	Muy positiva	Mínimo	12%
C	Neutra	Máximo	36%
D	Muy negativa	Mínimo	6%

En este estudio se considera que la actitud general hacia la ciencia (AGC) es una combinación de tres componentes que representan el nivel de interés hacia la ciencia, el nivel percibido de información científica y el nivel de valoración de la ciencia, definiendo una escala de manera que puede variar entre -2 (actitud muy negativa) a +2 (actitud muy positiva). Igualmente, el nivel de conocimientos científicos (NCC) también se ha valorado con una escala idéntica.

Como se aprecia en la tabla 1, se han identificado cuatro modelos ideales y se han adscrito los participantes en la encuesta 2016 (Fecyt, 2017) a cada uno de ellos. Se describe a continuación las características más destacadas de cada uno de ellos y su relación con otras variables analizadas en este estudio: edad, sexo, adscripción ideológica, nivel de estudios, posición religiosa, niveles de ingresos y la demarcación de la ciencia.

El modelo A parte de la situación ideal de una AGC muy positiva y con máximos NCC. Está formado por el 46% de la muestra. Este modelo se caracteriza por la ideología política de centro o

centro izquierda, nivel de estudios de bachillerato o superior, edades comprendidas entre 25 y 54 años, posición religiosa es agnóstica o atea y nivel de ingresos medio alto.

En el modelo B, constituido por el 12% de la muestra, predomina una AGC muy positiva, pero con un NCC claramente inferior a la media. Puede considerarse representativo de un tipo de cultura científica popular que admira de forma acrítica los avances de la ciencia, aunque no sean capaz de precisar muy bien en qué consisten. Este modelo se caracteriza por una mayor presencia de mujeres, de católicos practicantes, de ideología política de centro, de nivel de estudios bajo (primarios o sin estudios), y no presenta diferencias significativas con respecto al nivel de ingresos.

En el modelo C, que recoge al 36% de la muestra, se define por un elevado NCC y una AGC neutra, aunque por debajo de la media. Puede considerarse representativo aquellas personas familiarizadas con la ciencia, pero crítica (no entusiastas) frente a estas. Se caracteriza por un nivel de estudios secundarios o inferiores en el que abundan los jóvenes (de 15 a 24 años) y los mayores de 65. Existen más hombres que mujeres, más personas católicas no practicantes y de ingresos bajos. Los miembros incluidos en este grupo se declaran sin ideología.

El modelo D, el menos numeroso (6% de la muestra), representa un tipo de cultura científica conformada por un AGC muy negativa y con un bajo NCC. Este modelo se caracteriza por la ideología de derecha o la ausencia de adscripción ideológica, por niveles de estudios muy bajos (primarios o sin estudios). La posición religiosa predominante es la de católico practicante y es significativamente incompatible con la de agnóstico o ateo. Está formado mayoritariamente personas mayores y la ausencia de adultos de 25 a 54 años, predominando los niveles de ingresos bajos.

Con respecto a la posición de estos modelos frente a la demarcación de la ciencia con respecto a la no ciencia, hay que indicar que en este estudio se diferencia entre las creencias que se pueden calificar de supersticiones (como los horóscopos, los curanderos o los fenómenos paranormales) y las pseudociencias (como la acupuntura o la homeopatía). Así, los modelos A y B se muestran compatibles con una actitud positiva hacia la pseudociencia frente a los modelos C y D, que presentan una actitud negativa. Por otro lado, A y C, muestran actitudes negativas con respecto a la superstición frente B y D que muestran un elevado nivel de aceptación de la misma. Santos, Escobar y Quintanilla (2017) consideran que las creencias pseudocientíficas son compatibles con AGC positivas, mientras que las supersticiones se asocian con bajos NCC. Así, el modelo B es el único que muestra actitudes positivas con respecto a las pseudociencias y a las supersticiones.

Implicaciones para la didáctica de las ciencias

Los resultados obtenidos en este estudio demandan analizar las implicaciones para la enseñanza de las ciencias y plantean al menos dos preguntas: ¿Cuál es el modelo de cultura científica al que tenemos que aspirar? ¿Cómo promover este modelo desde la educación científica?

Antes de intentar ofrecer respuestas a estas cuestiones es necesario resaltar que la configuración de los modelos de cultura científica considerados en este estudio está relacionada con un buen número de variables: la edad, nivel de estudios, ideología política, ingresos económicos y creencias religiosas. Por tanto, no podemos afirmar que la mejora de la cultura científica de los ciudadanos sea solo una cuestión que competa a la educación científica escolar; se trata, como puede verse, de algo mucho más complejo. Ahora bien, cabe entender que la educación científica tiene mucho que decir (y debe hacerlo) con respecto a las dos dimensiones con las que se configurado estos modelos: el nivel de conocimientos científicos y la actitud global hacia la ciencia.

Partiendo de los resultados obtenidos parece lógico considerar que es el modelo de cultura científica denominado A al que debemos aspirar ya que está conformado por una AGC muy positiva

y un NCC altos con respecto a la media de la población. A este modelo ya aparece adscrito prácticamente la mitad de la muestra del estudio (46%) y corresponde mayoritariamente a una franja amplia de edad entre 25 y 54 años con alto niveles de estudios. Ahora bien, en este estudio una AGC muy positiva se correlaciona positivamente con la aceptación de la pseudociencia.

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias es interesante centrarse en el denominado modelo C, que incluye un 36% de la muestra, y en el que predominan las personas entre 15 y 24 años con niveles de estudios secundarios o bajos. Se trata, por tanto, de ciudadanos que en los últimos diez años han recibido una formación científica correspondiente a la educación secundaria obligatoria y que muestran un alto nivel de conocimientos científicos, con respecto a la media de la muestra, y una actitud crítica hacia la ciencia, lo que correlaciona con actitudes negativas hacia las pseudociencias y las supersticiones.

La comparación entre los modelos A y C muestran claramente la importancia de los conocimientos científicos para desechar las denominadas supersticiones. No obstante, no ocurre lo mismo con la AGC. Si se promueve una actitud muy positiva, quizás acrítica, se podría estar fomentando, sin pretenderlo, la aceptación de las pseudociencias (Modelo A). Esto no sucede cuando los ciudadanos, con un cierto nivel de conocimientos científicos, han desarrollado una actitud más crítica hacia la ciencia (Modelo C).

En su conjunto, los modelos de cultura científica definidos por Santos, Escobar y Quintanilla (2017) plantean la necesidad de reflexionar desde la enseñanza de las ciencias sobre como concebir la actitud hacia la ciencia y como fomentarla. Hay que tener en cuenta que en los planteamientos curriculares actuales estas forman parte de constructos más complejos como los de competencias, en los que se integran con los conocimientos y las habilidades, los valores y las normas, que configuran los marcos para interpretar los problemas de la vida diaria y posicionarse ante ellos.

Por otro lado, se pone de manifiesto la necesidad de considerar la demarcación de la ciencia como un contenido importante en la formación científica de la ciudadanía (Erduran y Dagher, 2014) y en la formación del profesorado (Uskola, 2017; Solbes, Palomar y Domínguez, 2018), teniendo en cuenta que, como indican Santos, Escobar y Quintanilla (2017), se trata de una cuestión abierta y polémica en los estudios sobre sociología y filosofía de la ciencia. Recientemente esta cuestión ha sido objeto de atención en nuestro país a raíz de los datos obtenidos, sobre la aceptación de las pseudoterapias por los españoles, en el barómetro de febrero de 2018 del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS, 2018).

En este panorama cobra especial importancia el desarrollo del pensamiento crítico, que ha sido puesto de manifiesto como un aspecto clave de la competencia científica de la ciudadanía (Blanco, España, González y Franco, 2015) y de la formación científica escolar (Blanco, España y Franco, 2017).

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D de Excelencia "Desarrollo de competencias en problemas de la vida diaria mediante prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en enseñanza secundaria y universitaria" (EDU2017-82197-P), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad en 2017.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J.A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1(1)*, 3-15. http://revistas.uca.es/index.php/eureka.

Bauer, M.W. (2009). The evolution of Public Understanding of Science-Discourse and comparative evidence. *Science, Technology & Society*, *14*(2), 221-240.

Blanco-López, A., España-Ramos, E. y Franco-Mariscal, A.J (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 107-115. http://revistas.udc.es/index.php/apice

Blanco-López, A., España-Ramos, E., González-García, F. J., y Franco-Mariscal, A. J. (2015). Key aspects of scientific competence for citizenship: A Delphi study of the expert community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(2), 164–198.

Braun, K., y Schultz, S. (2010). "…a certain amount of engineering involved": Constructing the public in participatory governance arrangements. *Public Understanding of Science, 19*(4), 403–419.

Burns, T.W., O'Connor, D. J., y Stocklmayer, S.M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science, 12*(2), 183–202.

Carter, L. (2005). Globalisation and science education: Rethinking science education reforms. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(5), 561–580.

Carter, L. (2008). Globalisation and science education: The implications of science in the new economy. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(5), 617–633.

CIS (2018). Barómetro de febrero de 2018. Estudio nº 3205. Madrid: CIS. http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14383

Cortasa, C. (2912). *La ciencia ante el público.* Buenos Aires: Eudeba.

DeBoer, G. (2011). The globalization of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(6), 567–591.

Erduran, S., y Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education.* Dordrecht, The Netherlands: Springer.

European Commission. (2015). *Science education for responsible citizenship*. Luxemburg: Publications Office of the European Union. http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Fecyt (2017). Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016. Madrid: Fecyt.

Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies, 17*(4), 415–435.

Fensham, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. In: C. Linder, L. Östman, y P. Wickman (Eds.), *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction* (pp 113–119). Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University. Sweden: Uppsala University.

Fensham, P., y Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education, 21*(7), 755–763.

Fourez, G. (1997). *Alfabetizacióncientífica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias.* Buenos Aires: Colihue.

OECD. (2005). Definition and Selection of Key Competencies - Executive Summary. http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf

Santos, L.; Escobar, M. y Quintanilla, M.A. (2017). Dimensiones y modelos de cultura científica: implicaciones prácticas para la financiación y la demarcación de la ciencia. En Fecyt (Ed.). Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016. (277-305). Madrid: Fecyt.

Solbes, J.; Palomar, R. y Domínguez, M.C. (2018). ¿En qué grado afectan las pseudociencias al profesorado?: una mirada al pensamiento de los docentes de ciencias en formación. *Mètode: Revista de difusión de la Investigación,* 96, 28-35.

Solomon, J., y Aikenhead, G. (1994). *STS education: International perspectives of reform.* New York: Teacher College Press.

Stocklmayer, S., y Bryant, C. (2012). Science and the public-what should people know. *International Journal of Science Education. Part B., 2*(1), 81–101.

Uskola, A. (2017). Escepticismo del profesorado de primaria en formación hacia las pseudociencias: influencia de las concepciones erróneas en el caso de la homeopatía. *Profesorado. Revista de Currículum y de Formación del Profesorado, 21*(3), 391-408.

¿Cómo utilizan los futuros maestros sus conocimientos frente a un anuncio televisivo sobre Ahorro energético, antes de nuestra intervención?

Antonio de Pro Bueno[1], Carlos de Pro Chereguini[2] y Javier Rodríguez Moreno[3]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. [2]Centro ISEN (Cartagena). Universidad de Murcia. [3]Dpto. Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Jaén

nono@um.es

Resumen

El trabajo tiene como objetivo explorar cómo utilizan los alumnos del Grado de Educación Primaria sus conocimientos ante unos anuncios publicitarios relacionados con el ahorro energético. Se han analizado las respuestas de unos estudiantes, desde la perspectiva de la adquisición de una serie de subcompetencias sobre comunicación audiovisual. Al realizarse antes de nuestra intervención, los resultados nos plantean retos sobre el contenido objeto de enseñanza en la formación inicial de Maestros en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Palabras clave: Formación inicial de maestros, Adquisición de competencias, Ahorro energético, Spot publicitario.

Planteamiento del problema

A menudo planteamos a nuestros alumnos –los maestros en formación inicial– que deben contemplar, en la selección de contenidos, conocimientos que atiendan sus necesidades como ciudadanos, que contemplen experiencias y situaciones cotidianas en las que los estudiantes tengan que utilizarlos, que permitan generar una actitud positiva hacia las Ciencias y sus descubrimientos científicos, etc. Pero ¿sabemos si ellos han adquirido las competencias necesarias para poder enseñarlas?

Este trabajo pretende valorar el desarrollo de una competencia de un grupo de futuros profesores ante spots publicitarios sobre el ahorro energético. No podemos olvidar que la enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI probablemente debe traer los conocimientos que hay en la calle a las aulas.

Para llevar adelante nuestro estudio, hemos de considerar los problemas habituales que tienen los estudiantes sobre el aprendizaje de la energía y las subcompetencias que se pueden poner en juego cuando se utiliza un audiovisual (AV) de estas características.

En la Tabla 1 se recoge una síntesis de los problemas de aprendizaje que presentan los estudiantes frente a la temática sobre Energía (Pro, 2014); obviamente no todas pueden encontrarse en las noticias de prensa, campañas publicitarias, programas de TV, etc. Aunque están referidas a niveles anteriores del sistema educativo, es posible que algunas permanecieran en éste, ya que la exploración se realizó antes de impartir las materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) que se contemplan en el plan de estudios del Grado de Educación Primaria.

Tabla 1. Dificultades en torno a la energía

- consideran que la energía es "algo" –una especie de sustancia– que puede almacenarse, trasportarse, darse, quitarse...; incluso, que está en el interior de los cuerpos y de los objetos
- tienen confusiones terminológicas por el uso de muchos términos en el lenguaje cotidiano (trabajo-esfuerzo-energía-potencia) o por la influencia de la publicidad o del cine (bola de energía, producto bioenergético, alimentos sin energía, energía de la vida...).
- asocian el concepto de energía al movimiento, a la actividad, a la vitalidad de los seres vivos...
- les cuesta comprender el principio de conservación; les es más intuitivo el de degradación ("cuando se ha utilizado una energía, no se puede recuperar para usarla de nuevo").
- por motivos académicos utilizan a veces expresiones no adecuadas: la energía es la capacidad para producir trabajo, el calor es una forma de energía...; no suele ser muy preocupante porque no comprenden el alcance de lo que han memorizado.
- la mayoría son conscientes de que los problemas de los recursos energéticos les afectan (sube el precio de la gasolina, el del trasporte y el de otros productos) pero no tienen la sensación que la producción energética les afecte ni incidan en la conservación del medio "cuanta más energía se produzca, mejor", "si necesitamos más energía, construyamos más centrales" …
- tienen ideas distorsionadas de las fuentes alternativas: "cuando se construye un parque eólico, aumenta el viento en la zona", "si se coloca una placa fotovoltaica, atrae el calor" ...
- no reconocen las ideas fundamentales, contradictorias, semejantes... en un material escrito pero el problema se incrementa cuando se usa la prensa diaria o información de internet; necesitan una secuencia dirigida de cuestiones concretas para trabajar.

En cuanto a las subcompetencias explícitas en el uso del recurso audiovisual, teniendo en cuenta otros trabajos (Pérez, 2009; Jiménez, 2010; Pedrinaci, 2012; Pro, Pro y Serrano, 2017; en prensa), hemos utilizado las que se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Subcompetencias de la comprensión audiovisual

Procesos cognitivos	**Subcompetencias**
Localizar y obtener información	Identificación de ideas en el AV (en la imagen o en el audio). Búsqueda de información relacionada con el AV
Interpretar y utilizar información	Significado de términos, expresiones, fragmentos… en el AV (en la imagen o en el audio). Realización de inferencias cercanas al AV (en la imagen o en el audio).
Reflexionar o valorar información	Localización de errores en el AV (en la imagen o en el audio). Posicionamiento argumentado ante una información del AV (en la imagen o en el audio). Realización de inferencias lejanas al AV.
Comprender globalmente	Identificación de ideas principales del AV. Realización de un resumen del AV.

Marco empírico

El diseño utilizado es de tipo exploratorio. El grupo de participantes estuvo constituido por dos grupos de 3º del Grado de Educación Primaria; había 127 matriculados, pero, por motivos ajenos a la investigación, sólo tenemos la información de 99.

Eran 75 mujeres y 24 hombres. Sólo un 30% había cursado estudios de carácter científico en su etapa anterior del sistema educativo (Bachillerato o Formación Profesional). Al realizar el estudio antes de abordar cualquier materia de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), habían pasado dos años, como mínimo, desde la última vez que estudiaron Ciencias u otras materias afines. Todos habían cursado materias psico-pedagógicas; entre ellas, Planificación de la Acción Educativa, Medios materiales y TIC y Psicología del Desarrollo.

El instrumento de recogida de información era una composición de cuatro spots publicitarios promovidos por el IDAE para sensibilizar a la ciudadanía sobre el ahorro energético. Los protagonistas eran jugadores de fútbol de la Selección Española, personajes conocidos por todos los estudiantes, y su presencia había sido habitual en las diversas cadenas televisivas. El AV duraba algo menos de 1 minuto.

El entrevistador se situaba delante de los estudiantes y les reclamaba su atención: "Estad atentos. Sólo voy a hacerlo dos veces" (así lo hicimos con una separación de 3 minutos). En la Figura 1, se recogen algunas escenas.

Figura 1. Escenas de los anuncios publicitarios

Una vez visualizado el video, el profesor les pasó un cuestionario con las preguntas que se recogen en la Tabla 3; se señalan las subcompetencias correspondientes.

Tabla 3. Subcompetencias de las cuestiones planteadas

Preguntas	Subcompetencias
1. ¿Qué ha dicho Casillas?	Identificación de ideas en AV
2. ¿Qué quiere decir que un electrodoméstico es de clase A?	Significación de términos
3. ¿Crees que el uso del trasporte público puede ayudar a ahorrar energía? Justifícalo.	Posicionamiento argumentado
4. ¿Qué ha hecho Cazorla al ser sustituido?	Identificación de ideas en AV
5. ¿Por qué lo ha hecho?	Inferencia cercana al AV
6. ¿Qué se dice sobre la T del aire acondicionado?	Identificación de ideas en AV
7. ¿Por qué lo ha dicho?	Inferencia cercana al AV
8. ¿Qué es un termostato?	Significación de términos
9. ¿Qué consideras más barato el uso de climatizadores eléctricos o de estufas de gas?	Inferencia lejana al AV
10. Di las tres ideas más importantes del anuncio que has visto	Inferencia cercana al AV
11. Diseña una actividad de enseñanza para sensibilizar al alumnado de 2º ciclo de EP sobre la importancia del ahorro energético. Utiliza uno de los cuatro spots del video.	Inferencia cercana al AV
12. Si tuvieras que buscar información en internet sobre ahorro energético, ¿qué harías?	Búsqueda de información a partir de un AV

Resultados

Vamos a describir los resultados obtenidos en función de unas Unidades de Análisis: las subcompetencias implícitas.

a) En relación con la identificación de ideas en AV

Esta subcompetencia exige que el alumno sea capaz de localizar una información en el audio y/o la imagen del AV; en nuestro Cuestionario se corresponde con los ítems 1, 4 y 6. Al respecto diremos que, en general, no tuvieron problemas con este tipo de preguntas.

Así, más del 90% se refieren a la eficiencia energética y/o a la clase energética A en cuanto a lo que dice Casillas; y casi todos (97/98) reconocen los 21ºC que Villa recomienda para las calefacciones. Más heterogeneidad hay en el ítem 4; aunque la mayor parte (81%) describió que Cazorla hacía una seña al juez de línea para que apagara la pizarra (algunos hablan de "cartel"), el resto mencionó el acto deportivo de la sustitución, pero no establecieron ninguna relación con el ahorro energético.

Aunque minoritarios, los errores son llamativos porque introducían información que no contenía el anuncio (por ejemplo, hablaban del rendimiento, del medioambiente, de la contaminación…), pero estas afirmaciones van más allá de lo dicho y de lo visto.

b) En relación con el significado de términos contenidos en el AV

Esta subcompetencia exige que el alumnado sepa explicar el significado de términos o expresiones contenidas en el AV. Obviamente el contenido del AV puede condicionar la respuesta, pero también se pueden apoyar en conocimientos propios, adquiridos en un contexto diferente. Preguntamos por "clase A" (ítem 2) y "termostato" (ítem 8).

Por una razón u otra los resultados han sido aceptables: el 81% respondió adecuadamente la pregunta 2 y un 84% la pregunta 8. Entre las no incluidas en estas categorías encontramos quienes asocian la clase A al rendimiento, a la duración del electrodoméstico o, incluso, al precio. Y, en el otro, la mayor parte de los errores se refieren a la confusión con un termómetro o con la medida de la Temperatura, pero también se deslizan confusiones terminológicas con el concepto de calor.

c) En relación con las inferencias cercanas al contenido del AV

Esta subcompetencia exige que el estudiante utilice la información contenida en el AV para responder la cuestión que se plantea. En nuestro Cuestionario hay cuatro ítems: el 5, el 7, el 9 y el 11. Probablemente por la naturaleza de este tipo de preguntas, los resultados son menos homogéneos que en las anteriores.

Por un lado, en las cuestiones 5 y 7, casi todos –más del 95%– centran su razonamiento en el ahorro energético. Es cierto que el nivel de la argumentación no es homogéneo y que, frente a los que detallaron sus justificaciones, otros respondieron sin alardes literarios.

En la 9, de las tres ideas más importantes, los estudiantes plantearon 285 de las 297 posibles; hay que decir que algunos señalaron más de 3. La idea más señalada es "la importancia del ahorro energético" (más de la tercera parte de las respuestas); luego hay un conjunto de respuestas que se refieren al contenido de las cuatro situaciones (a la conveniencia de usar trasporte público, a la utilización de electrodomésticos de clase A, a poner la calefacción a una temperatura adecuada y, en menor medida, a apagar los aparatos eléctricos). Pero también hay referencias a la conservación del medio-ambiente, al consumo energético y, en menor medida, a la contaminación energética.

En la pregunta 11, el diseño de una actividad de enseñanza para sensibilizar al alumnado de la importancia del ahorro energético, los resultados son los más inadecuados.

En primer lugar, 85/99 propusieron una actividad con un planteamiento similar al que hemos utilizado con ellos: visionado del spot elegido y preguntas sobre el mismo. Muy pocos (6/99) realizaron una breve introducción o señalaron alguna explicación previa antes de plantear la actividad. Parece que diseñaran una prueba de evaluación y no una actividad para enseñar un determinado contenido.

Por otro lado, encontramos problemas en la formulación de cuestiones: número de preguntas desproporcionado (casi la mitad plantean más de 8); lenguaje inapropiado (términos confusos, frases largas, giros lingüísticos complejos…) para dirigirse a alumnos de EP; muchas cuestiones no se apoyaban en el contenido del video, por lo que se podía haber prescindido de éste para hacer las preguntas que planteaban.

d) En relación con el posicionamiento argumentado

Esta subcompetencia exige que el alumnado manifieste sus creencias u opiniones de forma razonada ante algo que se dice o se ve en el AV. En nuestro caso, en el ítem 3 del Cuestionario, debían explicar la importancia de usar el trasporte público y algunos utilizaron varios argumentos.

Las ideas más repetidas se refieren a "que se ahorra energía" (75%); "que el consumo de gasóleo, gasolina, petróleo… es menor que si cada uno usa su coche" (30%); incluso, algunos (12%) "que se deberían utilizar bicicletas". Otros hicieron afirmaciones no relacionadas con el ahorro energético (comodidad en el desplazamiento, seguridad…).

Nos ha llamado la atención que algunos (7%), debido a una situación problemática del momento, se refirieran al: derecho al trasporte de los alumnos, problemas derivados del distrito único… Valoramos muy positivamente el interés del futuro maestro por los problemas del contexto.

e) En relación con las inferencias lejanas al AV

Esta subcompetencia exige al alumnado el uso de unos conocimientos sobre la temática –en este caso, sobre el ahorro energético– pero que no se apoyan en el contenido del AV. En nuestro Cuestionario, el ítem 9 tiene estas características.

En un 80%, se limitaron a elegir una de las opciones, pero sin justificarlas; en los demás, simplemente no contestan o dicen que no lo saben. Se pone de manifiesto el desconocimiento sobre el tema. Es cierto que, cuando formulamos la pregunta, a diferencia de otras, no les pedimos que lo justificaran, pero parecía obvio en el desarrollo de la prueba. Creemos que las carencias (identificación de problemas, estrategias de resolución, los datos y establecimiento de conclusiones) están detrás de estos resultados.

f) En relación con la búsqueda de información a partir de AV

Esta subcompetencia exige al estudiante conocer estrategias para buscar información (no necesariamente en internet) sobre datos, resultados, significados, conocimientos… sobre la temática que aborda el AV. En nuestro cuestionario, está el ítem 14.

Como en la anterior, las respuestas nos aportaron mucha información (quizás, habría que plantearla de otra manera). A pesar de la escasa información recogida (más de la mitad la dejaron en blanco), podemos decir que predominaban dos estrategias: buscar directamente en un buscador y acudir a algunas direcciones (las más conocidas eran Wikipedia, Rincón del Vago…). En ningún caso, eligieron una específica de ciencias.

Conclusiones

Obviamente, en un trabajo de esta naturaleza, no se pueden generalizar los resultados ni extraer conclusiones concluyentes (habría que ampliar el número de participantes y, por supuesto, plan-

tear otras situaciones en las que estuvieran presentes estas y otras subcompetencias). No obstante, en nuestro estudio, podemos decir:

- que los resultados han sido satisfactorios en la identificación de ideas en un AV, en el significado de términos, en algunas inferencias cercanas (curiosamente las no didácticas) e, incluso, en la de posicionamiento argumentado.
- que, en las restantes, los resultados no han sido los esperados, lo que requiere una formación de nuestros estudiantes porque "el que no sabe, no sabe enseñar".

Por otro lado, creemos que, a menudo, existe una queja bastante extendida de que nuestros alumnos llegan con grandes carencias en sus conocimientos científicos. En esta experiencia hemos encontrado que también existen lagunas importantes desde el punto de vista psicopedagógico y éstas también hay que tenerlas presentes en nuestros programas formativos de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Bibliografía

Jiménez, M.P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas.* Barcelona: Graó.

Pedrinaci, E. (coord.) (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

Pérez Esteve, P. (2009). La comprensión lectora y la competencia en comunicación lingüística en el nuevo marco curricular: algunas claves para su desarrollo. *Educatio Siglo XXI*, 27 (1), 13-32.

Pro, A.; Pro, C.; Serrano, F.J. (en prensa). ¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de Educación Primaria? *Enseñanza de las Ciencias* (aceptada su publicación).

Pro, C.; Pro, A.; Serrano, F.J. (2017). ¿Saben los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 7-28.

Estudio de los planteamientos de investigación en torno a la ciencia presente en la sociedad desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales

Ángel Ezquerra Martínez[1], Asunción G. Campillejo[2] y Amparo E. Benéitez Villamor[1]

[1]Dpto. Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas; [2]Dpto. Métodos de Investigación y Diagnostico en Educación. Facultad de Educación-CFP.
Universidad Complutense de Madrid

angel.ezquerra@edu.ucm.es

Resumen:

La formación de ciencia y sobre la ciencia que tiene la media de los ciudadanos es una cuestión de interés desde hace ya muchos años. Así se han podido detectar las dificultades existentes entre la población para determinar qué conocimientos de ciencia tienen o deberían tener, cómo usarlos, cómo aplicarlos y dónde actualizarlos. Este trabajo tiene por objetivo identificar qué métodos de investigación se suelen emplear para analizar esta cuestión en las revistas científicas especializadas. Los resultados nos indican la existencia de ciertos elementos comunes en las palabras-clave utilizadas, el posicionamiento de la investigación planteado, los sujetos de estudio, las técnicas de investigación empleadas y el soporte documental considerado. Sin embargo, también se ha observado una gran diversidad de planteamientos, lo que parece indicar la dificultad de análisis y complejidad del tema.

Palabras clave: Alfabetización científica; Ciencia y ciudadanía; temas socio-científicos; métodos de investigación.

Introducción

La alfabetización científica, es decir, la formación de ciencia y sobre la ciencia que tiene la ciudadanía es una cuestión de interés desde hace ya muchos años (Guisasola et al., 2006). En estos términos, nos encontramos con recomendaciones en organismos multilaterales como la UNESCO (1999) o la Unión Europea (EC, 2005; EU, 2007), evaluaciones internacionales como PISA (OCDE, 2008) o el Eurobarómetro (EC, 2013); y también trabajos como el informe ENCIENDE (COSCE, 2011) o como las encuestas sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de la FECYT (2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 y 2015). Esencialmente, estos documentos vienen a plantear la necesidad de potenciar un incremento de la cultura científica de la sociedad y la mejora de las competencias científicas de los individuos. Además, indican la existencia de serias dificultades entre los ciudadanos para determinar qué conocimientos de ciencia tienen o deberían tener, cómo usarlos, cómo aplicarlos y dónde actualizarlos (Ezquerra y Magaña, 2017). La Didáctica de las Ciencias también se ha preocupado de estas cuestiones.

Las investigaciones planteadas desde la Didáctica de las Ciencias han mostrados varios enfoques, como el propuesto por "Ciencia, Tecnología y Sociedad" (Solomon & Aikenhead, 1994) o la "comprensión pública de las ciencias" (Fensham, 1985). Sin embargo, son pocos los trabajos que analizan qué planteamientos de investigación se han producido en torno a la ciencia presente en la sociedad desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Metodología

Para identificar, de modo inicial, qué planteamientos de investigación se llevan a cabo sobre la ciencia presente en la sociedad desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales, se realizó una revisión bibliográfica de las dos publicaciones más prestigiosas del área en los últimos 5 años. En concreto, se analizaron un total de 395 trabajos de los cuales se publicaron 194 en la revista "Enseñanza de las Ciencias" y 201 en la "Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias". Se consideró que un trabajo tenía por objeto la ciencia presente en la sociedad cuando (a) los elementos que analizaba, (b) los objetivos que perseguía o (c) el enfoque que planteaba, implicaban (1) la alfabetización de la ciudadanía, (2) la formación del alumnado para su incorporación al entorno social, (3) la formación del profesorado para trabajar la competencia científica en contextos sociales, o cuando (4) valoraba la sociedad en su conjunto. De este modo, se seleccionaron un total de 49 documentos. En la Tabla 1 se recogen los datos generales de los trabajos revisados.

Tabla 1. Datos generales sobre el meta-análisis llevado a cabo

	Año	Nº Art	Art. Seleccionados (% art. selec. cada año)
Enseñanza de las Ciencias Seleccionados 18/194 (9,3 %)	2017	30	6 (20%)
	2016	29	3 (10%)
	2015	35	2 (6%)
	2014	61	6 (10%)
	2013	39	1 (3%)
Rev. Eureka Seleccionados 31/201 (17,4 %)	2017	46	9 (20%)
	2016	49	7 (14%)
	2015	41	7 (17%)
	2014	30	5 (17%)
	2013	35	3 (9%)

Resultados

En este trabajo inicial sólo se muestran algunos de los resultados más destacados que han sido recogidos. En concreto, vamos a centrar nuestro interés en las palabras-clave utilizadas, el posicionamiento de la investigación planteado, la concreción de las acciones propuestas, los sujetos de estudio analizados, el tipo de investigación desarrollada, las técnicas de investigación empleadas y el soporte documental considerado.

Palabras clave

El análisis de las 77 palabras-clave utilizadas en los artículos de ambas revistas nos permitió caracterizar esta área de investigación. En concreto, los términos directamente relacionados con esta temática y que mostraron similitud en su significado y mayor frecuencia de aparición fueron: Alfabetización Científica (9); Competencia Científica (5); Enseñanza en Contexto (5); Educación/Formación Científica (4); Sostenibilidad (4); Controversia Científica (3) y Educación Ambiental (3). Los demás términos utilizados estaban más relacionados con el nivel educativo (Secundaria; Formación Profesorado; Primaria) o con otras dimensiones específicas del artículo en cuestión (Libros de Texto; Aprendizaje Basado en Proyectos; Evaluación; Prensa, etc.).

Posicionamiento de la investigación

En esta dimensión se analizó la existencia de diferencias en la visión de los autores frente a la investigación. Así, observamos que un total de 18 trabajos (un 37 % de los 49 artículos conside-

rados) tenían un carácter descriptivo-interpretativo de la realidad. En estos textos los autores parecían posicionarse como meros observadores de los hechos.

Otro planteamiento, 21 artículos (43 %), implicaba un carácter más participativo del investigador. Así, el enfoque de los autores parecía surgir de la posición ocupada por un docente, que asumía un marco de referencia concreto para la enseñanza de las ciencias (España, Cabello y Blanco, 2014).

Por último, se recogieron 9 trabajos (20 %) que parecían buscar la sensibilización. En este sentido, este posicionamiento podríamos considerarlo como el de un activista que trata de conseguir un cambio social a través de la acción educativa (Marques y Reis, 2017). La mayoría de estos enfoques se producen dentro del movimiento de la educación ambiental y la educación para la sostenibilidad que se ha "fundamentado básicamente en la profesionalidad y vocación de unos educadores comprometidos con la teoría y la práctica de una sociedad sostenible" (Jiménez-Fontana y García-González, 2017).

Estos posicionamientos observados nos hablan de una actitud muy diferente frente al papel que debe desempeñar el investigador o el docente. Obviamente, en trabajos más extensos sería posible analizar las correlaciones entre estas diferencias de enfoque investigador y los temas tratados, el tipo de técnicas o instrumentos utilizadas, etc.

Concreción de las acciones propuestas

El nivel de las acciones propuestas en los trabajos revisados analizados puede categorizarse en Propuestas de Aula, Recomendaciones Metodológicas-Didácticas y Evaluación Diagnóstica. La Tabla 2 recoge las frecuencias y porcentajes obtenidos.

Tabla 2. Nivel de concreción de las propuestas analizadas.

Nivel de concreción	Frecuencia	%
Propuesta de aula	20	41 %
Evaluación diagnóstica	19	39 %
Recomendaciones	10	20 %

Como se puede observar las 20 propuestas de aula supusieron el 41 % de los artículos analizados donde, por ejemplo, se plantearon el desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental (Franco-Mariscal, Blanco y España, 2014).

Por otra parte, los trabajos que consideraron una evaluación diagnostica fueron 19, estos análisis se centraron en identificar y categorizar, por ejemplo, las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de educación ambiental (Bonil y Calafell, 2014). También se detectaron recomendaciones generales de carácter didáctico (10 propuestas). Entre este tipo de trabajos nos encontramos estudios sobre la naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa y sus potencialidades didácticas (García-Carmona, 2014).

Sujetos de estudio

El análisis sobre los sujetos de estudio ha mostrado la existencia de diferentes categorías: Alumnado, Profesorado en activo o en formación, Administración o Sistema Educativo, Ciudadanía o sociedad, Investigadores, Materiales (Editoriales) (ver Tabla 3).

Tal vez lo más llamativo es el elevado número de trabajos sobre el alumnado y el profesorado, mientras la presencia de estudios sobre la sociedad en su conjunto es muy baja. La facilidad de acceso a muestras de alumnos y la dificultad de manejo de técnicas e instrumentos de investigación para estudiar la sociedad en su conjunto podrían explicar este fenómeno.

Tabla 3. Sujetos de estudio en las propuestas analizadas

Sujetos de estudio	Frecuencia	%
Alumnado	17	35 %
Profesorado	14	29 %
Admón.-SE	6	12 %
Ciudadanía-sociedad	5	10 %
Investigadores	3	6 %
Administración-SE/Invest.	2	4 %
Materiales (Editoriales)	2	4 %

Técnicas de investigación empleadas

Aunque las técnicas utilizadas son diversas (ver Tabla 4), se observa que el análisis de contenido es el procedimiento mayoritario. Incluso, en los trabajos de carácter mixto, también es esta técnica es la más empleada, aunque en este caso, combinada con otras.

Tabla 4. Técnicas de investigación empleadas.

Técnicas	Frecuencia	%
Análisis de contenido	25	51 %
Mixto: Análisis de contenido/encuesta	9	18 %
Mixto: Análisis de contenido/grupos de discusión	3	6,5 %
Encuesta	3	6,5 %
Mixto: Análisis de contenido/grupos de discusión/encuesta	2	4 %
Mixto: Análisis de contenido/cuestiona/observ.sist/entrev	1	2 %
Mixto: Análisis de contenido/Delphi/consulta a expert.	1	2 %
Observación sistemática	1	2 %
Mixto: Encuesta/grupos de discusión	1	2 %
Mixto: Análisis de content/consulta a expertos	1	2 %
Mixto: Análisis de content/Observación/grupos de discusión	1	2 %
Mixto: Análisis de content/Observación	1	2 %

En cuanto a la metodología de investigación, podríamos decir que prácticamente en la totalidad de los trabajos, predominan los de carácter cualitativo. Relacionando estos resultados con otros anteriores, parece que la capacidad de acceso a muestreos representativos para la sociedad en su conjunto, inclinaría las investigaciones hacia metodologías menos masivas. Es posible que este hecho, también condicione el tipo de temas tratados y los sujetos de estudio.

Soporte documental considerado

Los materiales que han sido utilizados en las investigaciones también han sido un aspecto a considerar; así, nos hemos encontrado: productos de los alumnos (35 trabajos), literatura científica (16 trabajos), cuestionarios (12 trabajos), libros de texto (8 trabajos), legislación-currículo-documentos institucionales y políticos (8 trabajos), registro del aula (notas, diario del profesor, registro en material audiovisual…) (6 trabajos) y otros documentos (prensa, videojuegos, material cinematográfico, software) (8 trabajos). Debemos indicar que algunas investigaciones analizan varios soportes documentales.

Esto datos muestran un notable número de soportes documentales. Este hecho parece estar relacionado con la diversidad de sujetos de estudios, de técnicas empleadas y de posicionamientos mostrados. Es decir, la heterogeneidad en los enfoques investigadores parece demandar diferentes tipos de soportes documentales.

Conclusiones

Este meta-análisis sobre los planteamientos de investigación llevados a cabo desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales en la ciencia presente en la sociedad, nos ha permitido comprobar, que existen un amplio conjunto de artículos (49/395, un 12,4 %) que coinciden en el objeto de estudio, aunque divergen en el posicionamiento mantenido por los autores, la concreción en el aula, la metodología de investigación empleada y los tipos soportes contemplados. Esta diversidad de enfoques, parece mostrar que la temática de estudio es susceptible de múltiples consideraciones, lo que, a su vez, pone de manifiesto la complejidad del tema y su dificultad.

Por otra parte, también se ha podido observar que existen ciertas tendencias preponderantes o mayoritarias. Sin embargo, esta inclinación hacia determinados enfoques, pudiera deberse, tanto a la bondad de un determinado método o la importancia relativa de un tipo de sujeto de estudio, como a razones menos elevadas. Es decir, que la primacía de un planteamiento sea debida tan solo a las posibilidades operativas de acometer un tipo de investigación frente a otro. En este sentido, no podemos extraer conclusiones sobre la existencia de un planteamiento de investigación privilegiado respecto a los demás.

Creemos que debe profundizarse en este tipo de meta-análisis aún en fase incipiente, esperamos, además, que sean de gran utilidad para los investigadores en nuestra área. En futuros trabajos, resultaría conveniente obtener más dimensiones de análisis y determinar correlaciones entre los diferentes elementos considerados aquí.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del programa Innova-Docencia 2017-18, proyecto nº 43: "Identificación de Contextos con Contenidos Científico-Económicos y su Aplicación al Aula", financiado por la Universidad Complutense de Madrid.

Referencias bibliográficas

Bonil, J., Calafell, G., (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 205-225.

COSCE (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas de España*. Madrid: Rubes Ed.

EC, European Commission (2005). *Europeans, Science and Technology Special Eurobarometer* 224 / Wave 63.1

EC, European Commission (2013). *EUROBAROMETER: "Responsibly Research and Innovation (RRI), Science & Technology"*, Special Eurobarometer 401, Brussels, EC.

España, E., Cabello, A., Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 611-629.

EU, European Union (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels, European Commission.

Ezquerra, A., & Magaña, M. (2017) Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias, (Extra),* 0645-650.

FECYT (2003); (2005); (2007); (2009); (2011); (2013); (2015). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Fensham, P.J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies, 17*, 415-435.

Franco-Mariscal, A.J., Blanco, A., España, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 649-667.

García-Carmona, A. (2014) Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(3), 493-509

Guisasola, J., Solbes, J., Barragués, J. I., Moreno, A., & Morentin, M. (2007). Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia. *Rev. Eureka enseñanza y divulgación de las ciencias, 4*(1), 2-20.

Jiménez-Fontana, R., & García-González, E. (2017). Visibilidad de la Educación Ambiental y la Educación para la Sostenibilidad en las publicaciones españolas sobre educación científica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(1), 271–285.

Marques, A. R., & Reis, P. (2017). Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(1), 215–226.

OCDE (2008). *Informe PISA 2006, Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana.

Solomon, J., & Aikenhead, G.S. (Eds.) (1994). *STS education: International perspectives on reform.* New York: Teachers College Press.

UNESCO (1999). *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*. Adoptada por la Conferencia mundial sobre la ciencia el 1º de julio de 1999, Budapest, Hungría.

O impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica

Pedro Reis y Luís Tinoca
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
preis@ie.ulisboa.pt

Resumen:

O objetivo do projeto "We Act" é apoiar professores e alunos na tomada de ações informadas e negociadas para resolver problemas sociais e ambientais de base científica e tecnológica. Através de uma abordagem quantitativa, este artigo investiga o impacte do envolvimento dos alunos em ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas e socioambientais – as iniciativas "We Act" – nas suas percepções sobre as suas competências de cidadania ativa. Os dados foram obtidos através da aplicação de pré e pós-teste e de análise estatística para detectar eventuais mudanças significativas nas percepções dos alunos. Foram detectadas diferenças entre as percepções antes e depois das ações implementadas, nomeadamente no que respeita à capacidade de realizar iniciativas que contribuam para a resolução de problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.

Palabras clave: Ação sociopolítica; Cidadania ativa; Educação em ciências; Alfabetização científica.

A educação em ciências e a ação sociopolítica

Apesar dos enormes progressos efetuados durante as últimas décadas em termos de melhoria das condições de vida das populações, ainda vivemos numa sociedade marcada por problemas sociais e ambientais complexos, resultantes, muitas vezes, da subjugação dos direitos das populações por interesses económicos imediatistas de indivíduos ou grupos (Gray, Colucci-Gray y Camino, 2009). Por vezes, a pressão pelo lucro tem impacto na ciência e na tecnologia, afetando negativamente a qualidade das práticas e dos produtos dos investigadores e, consequentemente, o bem-estar das populações e dos ecossistemas.

Entre a população, existe uma sensação de impotência perante esses problemas. Os cidadãos questionam-se, frequentemente, acerca da sua capacidade e do seu poder para alterar essas situações. Simultaneamente, as práticas escolares acabam por reforçar o sentimento de incapacidade. O fato de muitas aulas de ciências se centrarem exclusivamente nos produtos da ciência e tecnologia, através de modalidades de ensino expositivas que suprimem os desejos dos alunos de questionarem, seguirem seus próprios percursos de inquérito, discutirem/criticarem perspectivas diferentes e desenvolverem suas próprias conclusões, não contribui minimamente para o empoderamento dos alunos como cidadãos críticos e ativos (Bencze y Carter, 2011; Reis, 2013, 2014a,b). Estas práticas educativas expositivas, centradas no conhecimento consensual – bem estabelecido e inequívoco – promovem uma concepção simplista positivista da prática da ciência e a noção de que suas conclusões são absolutas, inequívocas e não con-

troversas. Simultaneamente, não capacita os alunos (os cidadãos) para o conflito, a discussão e a resolução de problemas, promovendo, bem pelo contrário, a conformidade e a dependência intelectual dos cidadãos relativamente às ideias/opiniões de especialistas (sejam eles, professores, cientistas, políticos, etc.). Trata-se de uma educação que prepara os cidadãos para ouvirem e aceitarem, sem discussão ou análise crítica, as perspectivas desses especialistas e que se traduz numa ausência de conhecimentos acerca da natureza e dos processos da ciência e numa falta de experiência relativamente à discussão e à participação pública na resolução de problemas que dificulta a assunção de papéis políticos e afeta a qualidade do processo democrático.

Num contexto como este, as práticas de educação em ciências devem ser transformadas e o conceito de alfabetização científica deve ser ampliado. De acordo com Hodson (2003, 2014), a educação deve ser ampliada a fim de promover conhecimento sobre a natureza da tecnociência, capacidades de investigação científica e ação sociopolítica sobre problemas sócio-científicos e socioambientais. Numa sociedade marcada por problemas sociais e ambientais complexos, tornam-se críticos a análise e o reconhecimento explícito das injustiças sociais e da consequente importância da ação sociopolítica sobre estas problemáticas. Portanto, o conceito de alfabetização científica deve incluir o desenvolvimento nos alunos da "capacidade e do compromisso de realizarem as ações adequadas, responsáveis e eficazes em matéria de interesse social, econômico, ambiental e ético-moral" (Hodson, 2003, p. 658). A ação comunitária fundamentada é considerada, frequentemente, um dos principais aspectos da alfabetização científica (Hodson, 1998) e uma forma de capacitar os alunos como críticos e construtores de conhecimento, em vez de restringi-los ao papel de simples consumidores de conhecimento como o sistema educativo muitas vezes parece fazer (Bencze y Sperling, 2012; Reis, 2013).

O projeto “We Act – promoting collective activism on socio-scientific issues”

Este projeto de pesquisa-ação, iniciado no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa em 2013, pretende construir conhecimento sobre o recurso à ação sociopolítica coletiva na resolução democrática de problemas no contexto do ensino das ciências. O principal objetivo do projeto "We Act" é apoiar professores e alunos na tomada de ações fundamentadas e negociadas para resolver problemas sociais e ambientais de base científica e tecnológica (Reis, 2014a,b). Este projeto combina componentes de desenvolvimento, ação e pesquisa e envolve a aprendizagem ativa baseada em indagação sobre problemas da vida real (considerados socialmente relevantes pelos alunos) e a estimulação da participação dos alunos em ação coletiva e fundamentada de resolução democrática de problemas (também designada ação sociopolítica).

Os aspetos principais deste projeto são: 1) a combinação de discussão de questões sócio-científicas e socioambientais com o uso de abordagens baseadas em arte e ferramentas da Web 2.0 para a promoção de ação sociopolítica sobre essas questões; 2) o reconhecimento dos estudantes como importantes agentes de mudança e, consequentemente, como "cidadãos" (em oposição a "futuros cidadãos"); e 3) a melhoria das competências dos professores como educadores e das competências de cidadania ativa dos seus alunos através do envolvimento em processos de pesquisa-ação apoiados por uma comunidade de aprendizagem.

Desde 2013, têm sido utilizadas abordagens envolvendo arte (p. ex., dramatizações, cartoons, histórias em quadrinhos e exposições interativas) e ferramentas da Web 2.0 (p. ex., para a produção de programas de rádio, vídeos e animações e sua disseminação através de redes sociais) para a promoção, em contexto escolar, de iniciativas coletivas de ação sociopolítica sobre problemas sociais e ambientais (García-Bermúdez, et al., 2017; Linhares y Reis, 2017; Marques y Reis, 2017; Scheid y Reis, 2016). Estas iniciativas têm sido realizadas do ensino pré-escolar até ao ensino superior (tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização das iniciativas de ação sociopolítica realizadas pelos participantes.

Escola	N.º de turmas	Duração da ação	Nível de ensino	Disciplina	Breve descrição da ação
1	2	4 meses	8.º ano	Ciências Naturais	Investigação sobre os tipos e as causas da contaminação do curso de água que atravessa a localidade e realização de ações: dramatização aberta à comunidade, dinamização de programa de rádio.
2	1	5 meses	8.º ano	Ciências Naturais	Identificação de problemas ambientais na zona em que se insere a escola e investigação de formas de contribuir para a resolução desses problemas. Apresentação de propostas à autarquia local.
3	2	4 meses	12.º ano	Química	Investigação sobre os efeitos dos plásticos nos ecossistemas marinhos; ação de limpeza de uma praia, dinamização de espaço no Facebook e realização de exposição aberta à comunidade sobre o tema.
4	2	4 meses	Ensino Superior: 2.º ano de formação professores	Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	Identificação de problemas ambientais considerados relevantes pelos alunos, a investigação de formas de solucionar esses problemas e a divulgação dessas propostas através de cartazes interativos e de blogues colocados na Internet.
5	1	4 meses	10.º ano (Ensino profissional)	Educação Multimédia	Preparação de campanhas multimédia para organizações não governamentais com as quais os alunos se identificavam.
6	4	4 meses	5.º ano	Ciências da Natureza	Investigação de formas de diminuir o desperdício de água e energia e realização de ações: sessão publica e concepção e distribuição de panfletos.
7	2	3 meses	Ensino Superior: 3.º ano de formação professores	Atelier e Didática das Ciências e Educação Ambiental	Identificação de problemas ambientais que afetam a comunidade local e a realização de ações: dinamização de redes sociais, elaboração de cartazes e folhetos, recolha seletiva de lixo, realização de dramatizações.
8	1	2 meses	8.º ano	Ciências Naturais	Investigação sobre formas de reduzir o consumo energético da escola e apresentação de propostas à comunidade escolar através de sessão pública.
9	4	2 meses	12.º ano	Biologia	Exposição (com filmes e pósteres) para sensibilização da comunidade escolar para as questões éticas suscitadas por inovações tecnológicas na área das ciências naturais.
10	1	4 meses	5.º ano	Ciências da Natureza	Redução do desperdício de água e apresentação de propostas de ação através de blogues construídos pelos alunos.
11	2	2 meses	7.º ano	Educação para a Cidadania	Campanha de Educação Rodoviária através de teatro, filme e histórias em quadrinhos.
12	2	5 meses	11.º ano	Química	Ação sobre segurança química: realização de um videoclipe para o Youtube sobre o risco de produtos químicos domésticos.

Metodología

Este artigo investiga o impacte do envolvimento dos alunos em diversas ações sociopolíticas sobre problemas sócio-científicos e socioambientais – realizadas no âmbito do projeto "We Act"– nas suas percepções sobre as suas competências de cidadania ativa. Para tal, recorre-se

a uma abordagem quantitativa baseada no desenvolvimento e aplicação de um questionário constituído por itens de tipo Likert, seguida da análise estatística das respostas com o objetivo de detectar eventuais diferenças significativas entre as percepções dos alunos antes e depois da realização das iniciativas "We Act".

O questionário foi respondido 915 vezes por alunos envolvidos em iniciativas de ação sociopolítica em 12 escolas portuguesas entre janeiro de 2013 e janeiro de 2015: 434 respostas como pré-teste e 481 respostas como pós-teste. Os respondentes eram provenientes do ensino regular, básico (2º ciclo 16%, e 3º ciclo 25%) e secundário (34,7%), e do ensino superior (24,4%). As idades variaram entre os 10 e os 59 anos (Média=17,38 e Desvio Padrão=6,6; Mediana=16), sendo que 65,1% tinham idades compreendidas entre os 10 e os 17 anos, 23,3% apresentavam idades compreendidas entre os 18 e os 23 anos, e 11,6% tinham idades superiores a 23 anos. A maioria dos participantes era do sexo feminino: 61,6%.

Resultados

Com o objetivo de detectar eventuais diferenças significativas entre as percepções dos alunos antes e depois da realização das iniciativas "We Act", foi analisada a diferença nos resultados obtidos nos dois momentos. Para tal, recorreu-se a análise de variância dos resultados globais de cada momento, e também isolando as variáveis género e ciclo de estudos.

Os questionários foram aplicados no início e no final de cada iniciativa de ação sociopolítica, ou seja, conforme já foi referido na tabela 1, houve um intervalo entre a aplicação do pré e do pós-teste que variou entre 2 e 5 meses.

A análise global, comparando um total de 434 respostas no pré-teste com 481 respostas no pós-teste, permitiu encontrar diferenças significativas para a maioria dos itens propostos (ver tabela 2).

Fazendo a comparação entre os resultados no pré e pós teste levando em consideração o género dos respondentes (masculino, n= 351; e feminino, n=544) também se observaram diferenças significativas nos dois grupos embora de forma distinta. No caso das raparigas foram encontradas diferenças significativas para todos os itens, exceto nos itens 9 e 10. No caso dos rapazes apenas foram encontradas diferenças significativas nos itens 1, 2 e 7.

Fizemos ainda a comparação entre os resultados no pré e pós teste levando em consideração o ciclo de estudos dos respondentes (2.º ciclo – 5.º e 6.º anos de escolaridade – n=153; 3.º ciclo – 7.º, 8.º e 9.º anos) – n=237; Ensino Secundário – 10.º, 11.º e 12.º anos – n=302; e Ensino Superior, n=201). Neste caso, foram identificadas diferenças significativas para o 2.º ciclo ($p<.001$), para o Ensino Secundário ($p=.016$) e para o Ensino Superior ($p=.043$). Destaca-se aqui claramente o 2.º ciclo com uma subida substancialmente superior aos restantes.

Conclusiones

Constata-se que o conjunto das iniciativas de ação sociopolítica analisadas nesta investigação teve um impacte positivo nos alunos que as realizaram, nomeadamente, no que respeita ao reforço das suas percepções acerca das suas competências de ativismo e do dever de participar em ação coletiva e fundamentada de resolução democrática de problemas. Globalmente, as iniciativas realizadas no âmbito do projeto "We Act" fizeram com que os alunos se sentissem mais capacitados e empoderados para: 1) influenciarem as decisões dos colegas e dos cidadãos em geral sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente; e 2) desencadearem, em associação com os seus colegas, iniciativas que contribuam para a resolução de problemas sociais que os preocupam.

Tabela 2 – Análise de Variância Pré-Pós Global por fator e por item. Indicam-se a negrito os itens nos quais foi encontrada uma diferença significativa (a<.05).

Item	Sig.
1. Envolvo-me em ações/iniciativas com o objetivo de contribuir para a resolução de problemas sociais que me preocupam.	**.000**
2. Os meus colegas envolvem-se em ações/iniciativas com o objetivo de contribuir para a resolução de problemas sociais que os preocupam.	**.000**
3. Sou capaz de influenciar as decisões dos meus colegas sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	**.000**
4. Tenho poder para influenciar as decisões de outros cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	**.000**
5. Se me associar aos meus colegas, temos o poder para influenciar as decisões de outras pessoas sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	**.000**
6. Considero que tenho os meios necessários para desencadear iniciativas que contribuam para a resolução de problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	**.000**
7. Conheço formas de influenciar as decisões dos cidadãos sobre problemas sociais relacionados com a ciência, a tecnologia e o ambiente.	**.000**
8. Considero que tenho o dever de participar em atividades/iniciativas que beneficiem a comunidade onde vivo.	**.012**
9. Considero que tenho o dever de participar em atividades/iniciativas que contribuam para a resolução de problemas globais/mundiais.	.151
10. Tenho o dever de participar em atividades/iniciativas que contribuam para a resolução de problemas locais da comunidade em que vivo.	.122

Contudo, quando se estuda o impacte das iniciativas realizadas em função do género, verifica-se que o sentimento de comprometimento e de capacitação para a ação sociopolítica foi mais reforçado nas moças do que nos moços. Depois das iniciativas "We Act", estas sentem-se mais preparadas para resolver de problemas e influenciar as decisões de outros cidadãos (nomeadamente, através da colaboração com colegas) sobre questões sócio-científicas e ambientais. Para além disso, também saiu reforçada a sua ideia de que têm o dever de participar em atividades/iniciativas que beneficiem a comunidade onde vivem. Verificou-se, também, que o reforço das percepções dos alunos acerca das suas competências de ativismo foi bastante mais significativo entre os alunos do 2.º ciclo do ensino básico (aqueles que frequentam o 5.º e o 6.º ano). A evolução neste grupo foi particularmente forte.

Estas diferenças em função do género e do nível de ensino merecem ser investigadas através de estudos qualitativos baseados em entrevistas aprofundadas a alunos envolvidos neste tipo de ações sociopolíticas.

Em síntese, pode afirmar-se que as iniciativas "We Act" contribuíram para o empoderamento dos alunos como importantes agentes de mudança e, consequentemente, como "cidadãos" (em oposição a "futuros cidadãos") capazes de se envolverem ativamente na procura de soluções para os problemas que afetam as comunidades onde vivem. Este tipo de iniciativas poderá ter um impacte considerável no reforço da percepção dos alunos acerca da relevância social da educação em ciências e do seu interesse pelas aulas de ciências.

Referencias bibliográficas

Bencze, L., y Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(6)*, 648-669*.

Bencze, J.L., y Sperling, E.R. (2012). Student teachers as advocates for student-led research-informed socioscientific activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, *12*(1), 62-85.

García-Bermúdez, S., Reis, P., y Vázquez-Bernal, B., (2017). Promoción del activismo sobre cuestiones ambientales en estudiantes de básica secundaria a través de las herramientas web 2.0. *Da Investigação às Práticas*, *7*(2), 34-53.

Gray, D., Colucci-gray, L., & Camino, E. (Editors) (2009). *Science, Society and Sustainability: Education and Empowerment for an Uncertain World*. London: Routledge Research.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.

Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In L. Bencze y S. Alsop (Eds). *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98). London: Springer.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 645–670.

Linhares, E. F., & Reis, P. (2017). Interactive exhibition on climate geoengineering: empowering future teachers for sociopolitical action. *Sisyphus – Journal of Education,* 5(3), 85-106.

Marques, A. R., y Reis, P. (2017). Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(1), 215-226.

Reis, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sóciocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista,* 3(1), 1-10.

Reis, P. (2014a). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In S. Alsop & L. Bencze (Eds.), Activism in science and technology education (pp. 547-574). London: Springer.

Reis P. (2014b). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. Uni-Pluri/versidad, 14(2), 16-26.

Scheid, N. & Reis, P. (2016). As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da discussão e ação sociopolítica em aulas de ciências naturais em contexto português. *Ciência & Educação*, 22(1), 129-144.

Ejemplos de contextos sociales en los que es importante desarrollar el pensamiento crítico de los ciudadanos

Enrique España-Ramos, Francisco J. González-García y Antonio J. Franco-Mariscal

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

enrienri@uma.es

Resumen:

El pensamiento crítico se considera clave para que los ciudadanos puedan desenvolverse de forma adecuada en una sociedad cada vez más implicada con la ciencia y la tecnología, como mostró un estudio Delphi realizado con un panel de expertos españoles relacionados con la ciencia resaltándolo como el aspecto del ámbito científico-tecnológico con mayor consenso. Este trabajo profundiza en los contextos sociales que los expertos de dicho estudio Delphi consideraron importantes para desarrollar el pensamiento crítico. Los ejemplos propuestos se categorizaron en tres contextos (salud, medioambiente y recursos naturales) y tres niveles de relevancia en la vida (personal, social y global). Este conjunto de contextos puede ayudar a los ciudadanos a desarrollar su capacidad de pensamiento crítico, tanto en la educación formal como informal.

Palabras clave: pensamiento crítico; contextos sociales; ciudadanía

Introducción

El pensamiento crítico

En la actualidad existe un amplio acuerdo sobre la importancia que el pensamiento crítico tiene para los ciudadanos (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015). A pesar de ser considerado como una de las grandes finalidades de la educación científica (Osborne, 2014) y estar incluido en los currículos actuales en España, está aún poco presente en la práctica educativa por diversos motivos. Entre ellos destacan la complejidad del concepto (Bailin, 2002), la dificultad de concretarlo para que pueda ser útil en la práctica docente, o la propia visión dogmática de la ciencia enseñada como hechos incuestionables (Osborne, 2014).

Todo ello ha contribuido a que el pensamiento crítico constituya un foco de interés en investigación en didáctica de las ciencias (Torres y Solbes, 2016). En un trabajo anterior (Blanco-López, España-Ramos y Franco-Mariscal, 2017) y a partir de la caracterización de las competencias científicas requeridas para el desarrollo del pensamiento crítico en el ámbito de problemas socio-científicos realizada por Solbes y Torres (2012), se identificaron un conjunto de 8 dimensiones para desarrollar el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias. Este esquema de referencia debe considerarse tentativo y es el siguiente: (D1) visión de la ciencia, (D2) conocimientos, (D3) análisis crítico de la información, (D4) tratamiento de los problemas, (D5) argumentación, (D6) autonomía personal, (D7) toma de decisiones, y (D8) comunicación. Como se aprecia, las dimensiones del pensamiento crítico recogen muchas de las características de los enfoques de competencias y de las aportaciones realizadas desde los planteamientos del tratamiento de problemas en la vida diaria.

Para su desarrollo, las situaciones de la vida en las que la ciencia y la tecnología tienen un rol importante y presentan controversia (Torres y Solbes, 2016) se muestran especialmente relevantes debido a que los ciudadanos deben desarrollar su pensamiento crítico para tomar decisiones que le pueden afectar en diferentes niveles de su vida (personal, social o global).

Los contextos

La literatura ha planteado diversas formas de entender el concepto de contexto. A menudo, se describen como situaciones que contribuyen a dar sentido a conceptos y reglas. Para De Jong (2006a) los contextos también pueden describirse como prácticas que ayudan a los estudiantes en las actividades en el laboratorio escolar, como investigar o diseñar.

Otra definición consiste en explorar sus dominios de origen. Así, De Jong (2006b) establece cuatros tipos de contextos: personal, social y de la sociedad, práctica profesional y, científico y tecnológico.

Por su parte, PISA (OECD, 2006) incluye desde la evaluación en ciencias de 2006 un apartado dedicado a «situaciones y contexto» en el que define la situación «como la parte del mundo del estudiante en que se sitúan las tareas que se han de realizar» (p. 26). Se utilizan fundamentalmente situaciones centradas, por una parte, en 5 grandes ámbitos (salud, recursos naturales, medio ambiente, riesgos y fronteras de la ciencia y la tecnología) y, por otra, en 3 niveles de relevancia (personal, social y global).

Finalmente, Perrenoud (2012) considera que debemos partir de los estudios realizados por los expertos en el ámbito de la vida de la gente para poder identificar las situaciones y problemas a los que se enfrentan los jóvenes en sus vidas y ver en qué medida se relacionan con el currículum y la práctica escolar, con el objeto de partir, no de los saberes para buscarles un uso, sino de un análisis de las situaciones y problemas a los que realmente se enfrentan los jóvenes en sus vidas.

Partiendo de estas consideraciones, este trabajo analiza los contextos y situaciones concretas aportados por un panel de expertos como ejemplos importantes en los que la ciudadanía tiene que poner de manifiesto el pensamiento crítico.

Método

En el marco de un estudio Delphi (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015) se planteó el objetivo de obtener respuesta a qué aspectos importantes de la competencia científica deseable para la ciudadanía emerge de la opinión de un grupo de expertos españoles de diferentes áreas de trabajo relacionadas con la ciencia y que, a priori, presentaban una gran diversidad de planteamientos sobre la cuestión investigada. La muestra inicial del estudio (31) quedó constituida por científicos e ingenieros (investigadores y profesores de diferentes universidades españolas) (SE) (n= 7), investigadores y/o científicos del sector privado (RP) (n = 6), filósofos de la ciencia (PS) (n = 6), didactas de la ciencia (ST) (n = 6) y comunicadores de la ciencia (SC) (n = 6).

El estudio principal se desarrolló durante 2010 en tres fases. En la fase 1 se presentó a los expertos la tarea:

(1) ¿Qué aspectos (conocimientos, habilidades, actitudes o valores) del ámbito científico-tecnológico deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para que pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida? Indique solamente los 3 que considere más importantes.

(2) Justifique por qué considera importante cada uno de los aspectos que ha indicado.

(3) Escriba, para cada uno de los aspectos mencionados, un ejemplo concreto en el cual se ponga de manifiesto la importancia que le ha otorgado.

El objetivo de la fase 1 fue recabar las opiniones iniciales de los expertos, mientras que la fase 2 pretendía obtener sus valoraciones de la importancia relativa de los aspectos identificados en la fase 1. Finalmente, la fase 3 implicaba una evaluación más detallada teniendo en cuenta los resultados de la fase 2.

Como resultado del estudio, se obtuvieron cinco aspectos sobre los que existía acuerdo en su importancia y estabilidad, por lo que se pueden considerar respuestas consensuadas a la pregunta del estudio. Por orden de porcentaje de consenso recibido en la fase 3, fueron: 1) actitud/espíritu crítico; 2) responsabilidad individual, 3) capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información, 4) capacidad de razonamiento, análisis, interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos, y 5) capacidad de trabajo en equipo (Blanco-López, España-Ramos, González-García y Franco-Mariscal, 2015).

Como se aprecia, la actitud/espíritu crítico fue el aspecto del ámbito científico-tecnológico que obtuvo mayor consenso entre los que consideraron los expertos del estudio Delphi que deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para desenvolverse adecuadamente en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida. A pesar de que los expertos utilizaron dicha denominación para referirse a este aspecto, la literatura revela que es más adecuado denominarlo pensamiento crítico.

Para identificar los contextos se realizó un análisis de contenidos de las 31 respuestas que los expertos dieron a la tarea de la fase 1. Aunque se le pedía la ejemplificación en el apartado c) de dicha tarea, se han analizado de forma completa. Se trataba de extraer y analizar ejemplos de contextos sociales concretos en los que los expertos consideraban que se ponía de manifiesto la importancia que le habían otorgado al pensamiento crítico.

A partir de la lectura de dichas respuestas se elaboraron distintas categorías relacionadas con las situaciones y contextos, y dentro de ellas se plantearon distintos ámbitos de actuación (personal, social y global). Una primera categorización de las respuestas se llevó a cabo en una sesión conjunta con todos los miembros del equipo de investigación (los autores de este trabajo) hasta alcanzar una propuesta de consenso.

Resultados

Los expertos entendían el pensamiento crítico que debe formar parte de la formación de los ciudadanos como el análisis crítico de la información que les permite situarse con autenticidad ante cada problema y actuar en consecuencia, considerándola como una característica útil para todas las facetas de la vida.

Según los expertos consultados, el pensamiento crítico supone la adquisición fundamentada de actitudes y hábitos saludables personales y medioambientales, así como de actitudes científicas de antidogmatismo, capacidad crítica y justificación con pruebas de las argumentaciones.

Asimismo, uno de los participantes relacionó el pensamiento crítico con la mente abierta:

> «…dos actitudes que si van juntas se potencian mutuamente y son realmente positivas. La posesión de esta característica capacita al individuo a discriminar entre información (objetiva) y opinión (subjetiva) de cuanto percibe, a pensar por sí mismo, a separar lo importante de lo superfluo, a enfrentarse a los problemas con criterios propios difícilmente manipulables y a buscar la verdad permanentemente.» (SE01).

Otro experto lo justificaba como sigue:

> «Asimismo debería tenerse mayor cautela al generalizar pocos datos, al mantener posiciones numantinas cuando se imponen por la razón otras consideraciones, así como ser más capaces de proponer críticas fundamentadas de manera razonada.» (ST06).

Los expertos aportaron un buen número de ejemplos para justificar la importancia del pensamiento crítico. Algunos de ellos entendieron los ejemplos de forma muy general, tal fue el caso del ámbito escolar. En este trabajo solo se consideran aquellos relacionados con contextos sociales y por tanto, no vinculados exclusivamente a la escuela.

Estos ejemplos se han categorizado en 3 contextos (salud, medioambiente y recursos naturales) y 3 niveles de relevancia en la vida diaria (personal, social y global).

Contexto de la salud

Los expertos consideraron que el contexto salud era especialmente relevante para el desarrollo del pensamiento crítico con respecto a problemas que influyen en el ámbito personal como:

> «Conocer las medidas preventivas y las pautas de conducta ante un problema de salud para propiciar la adquisición fundamentada de actitudes y hábitos para una vida saludable» (ST06).

Este problema puede servir para incidir en la toma de decisiones, una de las dimensiones del pensamiento crítico (D7).

Contexto medioambiental

Según los expertos, el pensamiento crítico en el contexto medioambiental abarca diferentes ámbitos de la vida. Por un lado, en el nivel social «al fundamentar actitudes ante un problema ambiental que afecte a los vecinos de una comunidad» (ST06). Por otro lado, en el ámbito global «defendiendo un ambiente sostenible que se discuta en el país» (ST06). En este sentido, cierto experto proponía el ejemplo del cambio climático de esta forma:

> «Ante el debate sobre el cambio climático es importante discernir entre los informes de los expertos, que se basan en estudios científicos, y las numerosas informaciones partidistas, procedentes del mundo empresarial o de algunos estados poco implicados en el desarrollo sostenible.» (ST1).

Este problema puede servir como ejemplo para incidir en el análisis crítico de la información como dimensión del pensamiento crítico (D3).

Otro contexto de interés consiste en la «toma de una postura razonada ante la polémica de los almacenes temporales de residuos radiactivos.» (ST04) (D7).

Contexto recursos naturales

Los contextos asociados a los recursos naturales incluyen el uso racional de las fuentes de energía. Un experto propuso este ejemplo en el nivel personal y social:

> «Si se han estudiado las fuentes de energía, se conocerá de cuáles dependemos más en nuestra vida y qué medidas serían necesarias para diversificar nuestras necesidades o disminuirlas. Se trata de lograr actitudes científicas que promuevan una relación más tolerante con los demás a la vez que se mejoran las relaciones interpersonales.» (ST06) (D4).

Consideraciones finales

El pensamiento crítico constituye un aspecto clave para que los ciudadanos puedan desenvolverse de forma adecuada en una sociedad cada vez más implicada con la ciencia y la tecnología. Este trabajo muestra diferentes contextos y situaciones de la vida diaria en las que el pensamiento crítico debe jugar un papel importante, a juicio de un panel de expertos relacionados con la ciencia y la tecnología que participaron en un estudio Delphi. Este conjunto de contextos y situaciones pueden servir de partida para ayudar a los ciudadanos a desarrollar su capacidad de pensamiento crítico, tanto en la educación formal como informal.

En el caso de la educación formal, los sistemas educativos están reorientando sus currículos al desarrollo de competencias, pero son escasos los desarrollos que las relacionan con situaciones y prácticas sociales identificables en contextos de la vida. Se afirma que es necesario tener competencias pero sin incluir la necesidad de identificar qué situaciones de la vida permiten abordarlas (Perrenaud, 2012). Los resultados de este estudio han permitido identificar determinados contextos sociales, relacionados con salud, medioambiente y recursos naturales, en los que es importante desarrollar el pensamiento crítico como aspecto competencial clave procedente del ámbito científico tecnológico para empoderar a los ciudadanos en la resolución de problemas que se planteen en sus vidas y constituirse como una ciudadanía más activa en una sociedad más democrática y más justa socialmente (España y Reis, 2017), en la que los ciudadanos actúan de manera socialmente responsable (Levinson, 2008).

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto I+D de Excelencia EDU2017-82197-P financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

Referencias

Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education, 11*(4), 361-375.

Blanco, A., España, E. y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, *1*(1), 107-115.

Blanco, A., España, E., González, F.J. y Franco-Mariscal, A.J. (2015). Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(2), 164-198.

De Jong, O. (2006a). Making chemistry meaningful: conditions for successful context-based teaching. *Educación Química*, *17*(extra), 215-221.

De Jong, O. (2006b). Context-based chemical education: How to improve it? Paper based on the plenary lecture presented at the *19th ICCE*, Seoul, Korea, 12-17 August.

España, E. y Reis, P. (2017). El proyecto *We Act* como marco para formar ciudadanos competentes a través del activismo colectivo basado en la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 657-662.

Levinson, R. (2008). A theory of curricular approaches to the teaching of socio-scientific issues. *Alexandria, 1*(1), 133-151.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD.

Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, *352*, 53-62.

Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida. ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Madrid: Graó

Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 26*, 247-269.

Torres, N. y Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias, 34*(2), 43-65.

Simposio 2

Presente de la alfabetización genética

María Napal Fraile
(coord.)

Hoy, participar activamente en la formación de opinión y toma de decisiones sobre asuntos tan variados como el calentamiento global, el modelo energético, el crecimiento de la población mundial, la protección frente a enfermedades, entre otros, requiere que los ciudadanos posean una alfabetización científica básica. El extraordinario avance de la biología molecular, por su parte (avances en el conocimiento de los mecanismos causales de cada vez más enfermedades con base genética o epigenética; técnicas de edición genética, biotecnología; desarrollo de fármacos y tratamientos basados en ellos), hacen posible extender este término y pasar a hablar de "alfabetización genética".

Pero este término puede suscitar dudas: ¿qué conocimientos básicos deberían formar parte del corpus de lo que se considera alfabetización genética básica? ¿dónde se sitúan los alumnos de Educación Secundaria –sus conocimientos, intereses y actitudes– respecto a estos estándares? ¿y el profesorado? ¿se halla formado y dispuesto a afrontar esta tarea?.

El primero de los trabajos que integran el simposium trata sobre la pertinencia y posibilidad de introducir nociones sobre epigenética en Educación Secundaria: la prevalencia de concepciones deterministas y las barreras conceptuales que estas generan para aceptar y asimilar la influencia de los mecanismos epigenéticos en la regulación de la expresión génica. Las autoras sugieren el orden en que deberían ser introducidos los conceptos para facilitar su asimilación, basándose en una progresión de aprendizaje. El segundo trabajo y se centra en el conocimiento didáctico de profesores de Secundaria en activo y en formación sobre estos aspectos. Aborda también su grado de confianza, grado de valoración y disposición individual a impartir estos contenidos.

El tercer trabajo examina cómo se presentan los contenidos de genética en los textos de estudio, lo cual podría explicar parcialmente los resultados obtenidos en el primero de ellos. Se refiere en concreto a los contenidos científicos y su secuenciación, y cómo han variado los textos la presentación de esos contenidos a la luz de la investigación didáctica en los últimos diez años. Analiza además, basándose en los resultados obtenidos en tres años de estudios en el Máster de Secundaria, cómo piensan los estudiantes del MAES que es más adecuado presentar la genética para su enseñanza.

El cuarto trabajo indaga sobre los conocimientos (conceptos, ventajas e inconvenientes…), las actitudes y los intereses de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología (aceptación de su consumo y comercialización), y en concreto sobre los alimentos transgénicos. Aunque los alimentos transgénicos son más conocidos por los estudiantes que otras aplicaciones de la Biotecnología, los estudiantes arrastran todavía numerosos errores conceptuales en torno a ellos, aunque los estudiantes muestran un notable interés por saber más de ellos.

La última comunicación versa sobre aspectos de la bioética en la legislación española y en los textos, ¿qué se puede incorporar a la enseñanza de la biología en ESO y bachillerato? ¿qué posibilidades de cooperación con otras áreas curriculares existen? ¿en qué grado están los profesores preparados para este trabajo en común?

¿Está el profesorado de biología preparado y dispuesto a impartir contenidos actualizados de genética en la educación secundaria?

Isabel Zudaire, Raquel Espuelas y María Napal

Departamento Ciencias. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad Pública de Navarra

maria.napal@unavarra.es

Resumen:

El alumnado recibe cada día nueva información a través de los medios de comunicación relacionada con la genética, de forma en ocasiones poco rigurosa. Por ello es imprescindible que el profesorado esté adecuadamente formado disciplinar y didácticamente en estos temas. Presentamos en este artículo el estudio de los conocimientos sobre una de las disciplinas genéticas en expansión, la epigenética, realizado a docentes en formación y en activo. El trabajo detectó carencias en el conocimiento sobre regulación de la expresión génica y la epigenética. En general, los profesores manifiestan estar dispuestos a actualizar su conocimiento disciplinar, pero, especialmente los profesores en activo, son reacios a incorporar nuevos contenidos al currículum. Sin embargo, conscientes de la situación actual, sugieren con frecuencia el abordaje ético de las cuestiones relacionadas con la genética.

Palabras clave: epigenética; profesorado de Ciencias en Secundaria; innovación; currículum.

Introducción

Son muchos los trabajos que han mostrado que la didáctica de la genética presenta dificultades y errores importantes en la educación secundaria (Banet y Ayuso, 1995; Íñiguez y Puigcerver, 2013; Lewis, Leach, y Wood-Robinson, 2000; Thörne y Gericke, 2014; Tibell y Rundgren, 2010). Las causas de esta situación pueden agruparse en:

- La complejidad intrínseca de la genética, que implica a diversos niveles organizativos desde el macro al micro, el contenido matemático de las tareas y el empleo de vocabulario y terminología muy específica.
- La ausencia del desarrollo de capacidades cognitivas suficientes en los alumnos.
- Los errores conceptuales e ideas previas presentes en los alumnos al llegar a estos niveles educativos.
- La enseñanza en el aula, considerando tanto el modelo de enseñanza, la secuencia de contenidos, como la preparación de los profesores.

Con respecto a esta última causa, se ha confirmado que los docentes comparten, en ocasiones, las ideas alternativas de los alumnos, y que pueden transmitirlas y reforzarlas (Castéra & Clément, 2014; García, Nieda, & Aguirre, 1985). Además, la falta de conocimientos científicos en el profesorado genera inseguridad, falta de confianza y una percepción negativa de su propia

enseñanza. Como consecuencia, los profesores dedican más tiempo y con más interés a las áreas en los que se creen más eficaces, y evitan enseñar las materias que no dominan. Esto es especialmente problemático en un campo como la genética donde el avance en los últimos años ha sido vertiginoso (Durmaz et al., 2015).

Estas dificultades se intensifican en campos relativamente inexplorados en la didáctica de esta temática, como es la epigenética. En los últimos años se ha asistido a un crecimiento exponencial del conocimiento sobre la implicación de esta disciplina en las enfermedades humanas, la regulación del comportamiento y la evolución de especies, especialmente vegetales (Majnik & Lane, 2014). Estos rápidos avances, sin embargo, no han llegado a las aulas: en parte, por la presencia de importantes ideas alternativas, como un determinismo genético fuertemente instaurado; por otra, por la distancia respecto a los materiales docentes que manejan los docentes y la preparación de que disponen.

Con la esperanza de atajar estas dificultades, desde la Didáctica de las Ciencias se han propuesto cambios no solo metodológicos, sino también en el currículum en la enseñanza de la genética. Las propuestas más innovadoras (Dougherty, 2009; Gericke & Smith, 2014) apuestan por modernizar el currículum de secundaria modificando la secuencia de contenidos y haciendo hincapié en la herencia de rasgos complejos.

Pero para que la transformación llegue a las aulas, es imprescindible la implicación del profesorado; esto, a su vez, requiere identificar la necesidad de introducir cambios, tener la necesaria preparación didáctica y disciplinar, y estar dispuesto a embarcarse en un proceso de mejora. Aunque a priori la implicación del profesorado en investigación o su colaboración con los profesionales de la didáctica es escasa (Solbes, Furió, Gavidia, & Vilches, 2004), tenemos interés en comprobar este punto en un ámbito tan actual y de tanta relevancia social.

Por todo ello, los objetivos de este estudio son:

- Comprobar si el profesorado comparte algunas de las ideas alternativas frecuentes en el alumnado con respecto a la regulación de la expresión génica.
- Valorar el grado de conocimiento en Epigenética de los participantes.
- Valorar el grado de disponibilidad y preparación del profesorado, así como la pertinencia (según los profesionales de la didáctica) de actualizar el currículum de Biología con la inclusión de nuevos contenidos, como la epigenética o la edición del genoma, entre otros.

Participantes

El cuestionario fue respondido, en una primera fase de pilotaje, por un total de34personas: 25 alumnos de la especialidad de Biología y Geología del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad Pública de Navarra, y 9 docentes en activo con diferentes años de experiencia. Los 34 proceden de carreras relacionadas con la Biología. En la actualidad, se está procediendo a la recogida de datos de la versión definitiva del cuestionario en una muestra mayor de docentes.

Metodología

Se desarrolló un cuestionario breve de 4 preguntas, disponible a través de la plataforma de Formularios de Google, que incluía:

- Opción múltiple: Seleccionar, de entre un conjunto de procesos biológicos aquellos relacionados con la epigenética: diferenciación celular, impronta, enfermedades o condiciones determinadas genéticamente (*e.g.* daltonismo, color de ojos o miopía).

- Pregunta abierta: Señalar un ejemplo de aplicación de la epigenética que pudiera ser útil para introducir esta disciplina en clase.
- Pregunta abierta: Señalar contenidos que deban incluirse o actualizarse en relación a la genética.
- Escala Likert (1-6)

  Estoy dispuesto a actualizar determinados contenidos del currículum de la genética

  Me siento capaz de actualizar determinados contenidos del currículum de la genética

Dado el carácter concreto de las preguntas abiertas (*cita ejemplos, señala contenidos*), se recogieron todas las respuestas individuales y agruparon en categorías con significado similar.

Resultados del estudio piloto

El análisis de los resultados mostró que en general, tanto el profesorado en activo como en formación inicial reconoce el papel de la epigenética en los procesos de silenciamiento del cromosoma Xy la impronta y, en menor medida, de la diferenciación celular durante el desarrollo embrionario. Por el contrario, sólo un 20% atribuyó a la epigenética fenómenos que son regulados genéticamente, aunque el porcentaje sube para la determinación del color de ojos, que es percibido como un carácter adaptativo frente a las condiciones de insolación. El profesorado en activo identificó mejor tanto los procesos relacionados con la epigenética como los no relacionados (Figura 1).

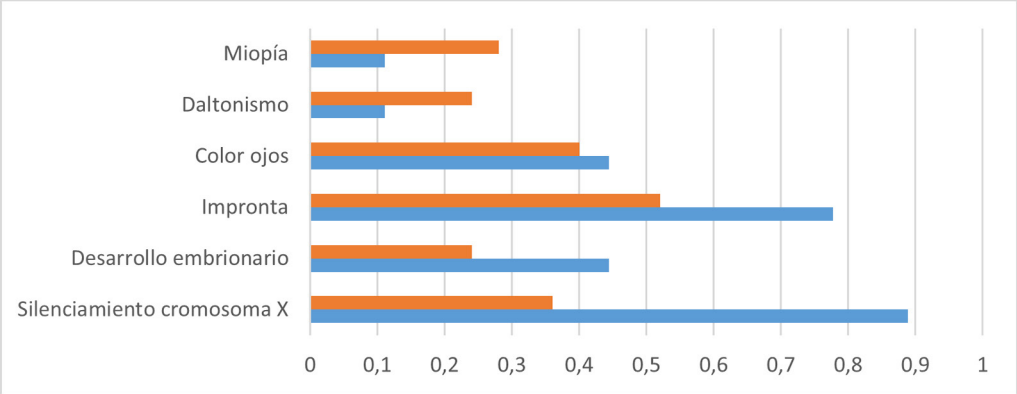


Figura 1. Identificación de procesos en los que interviene la epigenética, por profesores en formación inicial (naranja) y en activo (azul)

De entre los escenarios sugeridos por los encuestados para la docencia de la epigenética, la mayor parte de ellos propusieron contextos relacionados con enfermedades como el Alzheimer, el cáncer (32% de los encuestados) y las diferencias fenotípicas entre gemelos monocigóticos (21%). Pocos mencionaron la influencia de factores ambientales como el tabaco o la dieta, y solo uno seleccionó la implicación de la epigenética en procesos relacionados con el comportamiento. No aparecieron diferencias reseñables entre docentes y profesores en formación inicial. Además, un 18% reconoció no ser capaz de proponer ningún escenario, todos ellos profesores en formación.

Según el profesorado, los contenidos que deberían incluirse o actualizarse en el currículum son principalmente la epigenética (29%) y la ingeniería genética (23%), entre otros menos indicados como la citogenética, los transgénicos, y la evolución. Es llamativo que el 55% de los profesores en activo sugirió no añadir contenidos nuevos justificando que el currículum ya está de por si

sobrecargado, y apuntaron que es más importante tratar los aspectos éticos derivados de los nuevos avances; el profesorado en formación no mencionó este aspecto.

Sólo el 26% del profesorado se siente capaz de impartir clases de epigenética a su alumnado pero más del 62% están dispuestos a una actualización en el campo, considerando ambos colectivos en conjunto. El profesorado en activo se siente más capaz pero menos dispuesto a introducir nuevos conceptos en los temarios, y la tendencia se invierte en el profesorado en formación inicial (Figura 2).

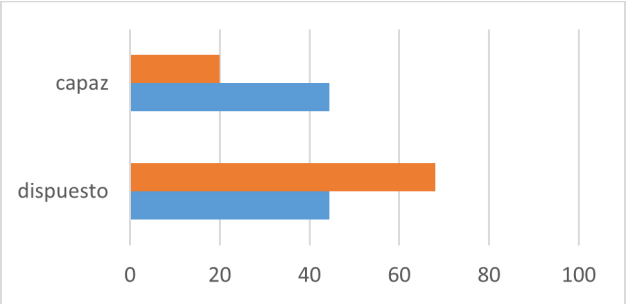


Figura 2. Disposición y confianza para actualizar contenidos de genética por profesores en activo (azul) y en formación inicial (naranja).

Discusión

La creciente exposición a los medios y la abrumadora carga de información relativa a la Ciencia que existe a nuestra disposición requieren ciudadanos con una correcta alfabetización científica, y como parte de ella una alfabetización genética (Boerwinkel, Yarden, y Waarlo, 2017). Son varios los condicionantes para conseguir dicha alfabetización: el diseño del currículum, la metodología utilizada en la escuela, la capacidad cognitiva del alumnado y la preparación disciplinar del profesorado, entre otros. Así, ante el rápido avance de la genética, es necesario cuestionarse si el profesorado de Ciencias de la educación Secundaria está preparado y dispuesto a incluir los nuevos conocimientos de genética en el aula (Cebesoy y Oztekin, 2017)

De entre todos los posibles escenarios, hemos centrado este trabajo en el estudio de la epigenética, debido a los avances producidos en esta disciplina, incluidas ya aplicaciones para el tratamiento de enfermedades, y la estrecha relación entre la epigenética y una de las ideas alternativas más frecuentes en el alumnado: el determinismo genético (Puig, Ageitos, y Jiménez-Aleixandre, 2017)

Los profesores encuestados en nuestro estudio piloto, poseen un conocimiento moderado de procesos regulados epigenéticamente al reconocer la participación de mecanismos epigenéticos en fenómenos como la impronta y la inactivación del cromosoma X (Tolosa, 2017) pero no en la diferenciación celular durante el desarrollo embrionario, o la influencia de factores ambientales como la dieta o determinados tóxicos. Hay que destacar que el conocimiento es mejor en los profesores en activo, a pesar de que no imparten esos conceptos en sus clases. Consecuentemente, muy pocos (en torno a un 26%, 44% en activo y 20% en formación) se consideran capaces de impartir docencia referida a este campo.

Aunque más de la mitad del profesorado (45% activo, 68% en formación) muestra una gran predisposición a la actualización de los contenidos relativos a la genética, un porcentaje nada despreciable de profesores en activo argumenta que no consideran necesario incluir ningún contenido nuevo debido a la sobrecarga de contenidos del currículum actual. Estas respuestas parecen mostrar un escaso ajuste cognitivo del contenido, donde el profesorado sea capaz de,

dentro de las directrices de las leyes educativas vigentes, poder seleccionar el contenido que consideren más adecuado para una correcta docencia de las Ciencias en el aula.

Una mayor colaboración entre los profesionales de la Didáctica y los profesores en activo(Álvarez & Osoro, 2014), facilitaría sin lugar a dudas un mayor desarrollo del Conocimiento didáctico del contenido de los docentes.

Tras el estudio piloto, el cuestionario ha sido reformulado teniendo en cuenta además cuestionarios validados a nivel internacional sobre el conocimiento de la genética como el cuestionario GLCI (*The Genetic Literacy Concept Inventory*) (Bowling et al., 2008). Además, con el fin de conocer también la opinión de los expertos en Didáctica de las Ciencias, en relación a la actualización del currículum de Genética, se ha incluido una pregunta adicional específicamente para los investigadores. Durante el simposio en el que se presentará esta comunicación, se permitirá a los asistentes responder al cuestionario a través de un dispositivo móvil, de forma que podamos debatir a su vez los resultados obtenidos con los profesionales de la didáctica.

Referencias

Álvarez, C., & Osoro, J. M. (2014). Colaboración Universidad-Escuela para el cambio escolar. Una investigación-acción en proceso. *Innovación Educativa*, (24), 215–227. https://doi.org/10.15304/ie.24.1483

Banet, E., & Ayuso, G. E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato : I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de Las Ciencias*, *13*(2), 137–153. Retrieved from http://ddd.uab.cat/record/22698

Boerwinkel, D. J., Yarden, A., & Waarlo, A. J. (2017). Reaching a Consensus on the Definition of Genetic Literacy that Is Required from a Twenty-First-Century Citizen. *Science & Education*, *26*(10), 1087–1114. https://doi.org/10.1007/s11191-017-9934-y

Bowling, B. V., Acra, E. E., Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C.,… Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, *178*(1), 15–22. https://doi.org/10.1534/genetics.107.079533

Castéra, J., & Clément, P. (2014). Teachers' Conceptions About the Genetic Determinism of Human Behaviour: A Survey in 23 Countries. *Science & Education*, *23*(2), 417–443. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9494-0

Cebesoy, U. B., & Oztekin, C. (2017). Genetics Literacy: Insights From Science Teachers' Knowledge, Attitude, and Teaching Perceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9840-4

Dougherty, M. J. (2009). Closing the Gap: Inverting the Genetics Curriculum to Ensure an Informed Public. *American Journal of Human Genetics*, *85*(1), 6–12. https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2009.05.010

Durmaz, A. A., Karaca, E., Demkow, U., Toruner, G., Schoumans, J., & Cogulu, O. (2015). Evolution of genetic techniques: Past, present, and beyond. *BioMed Research International*, *2015*. https://doi.org/10.1155/2015/461524

García, P., Nieda, J., & Aguirre, I. (1985). Conocimientos de biologia al terminar el curso de orientacion universitaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, *1*(I), 173–180. Retrieved from http://www.raco.cat/index.php/ensenanza

Gericke, N. M., & Smith, M. U. (2014). Twenty-First-Century Genetics and Genomics: Contributions of HPS-Informed Research and Pedagogy. In M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 423–467). Springer, Dordrecht.

Íñiguez, F. J., & Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *10*(3), 307–327. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i3.02

Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? — young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, *34*(2), 74–79. https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655689

Majnik, A. V, & Lane, R. H. (2014). Epigenetics: where environment, society and genetics meet. *Epigenomics*, *6*(1), 1–4. https://doi.org/10.2217/epi.13.83

Puig, B., Ageitos, N., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017). Learning Gene Expression Through Modelling and Argumentation. *Science & Education*. https://doi.org/10.1007/s11191-017-9943-x

Solbes, J., Furió, C., Gavidia, V., & Vilches, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Investigación En La Escuela*, (52), 103–109. Retrieved from http://www.investigacionenlaescuela.es/

Thörne, K., & Gericke, N. (2014). Teaching Genetics in Secondary Classrooms: A Linguistic Analysis of Teachers' Talk About Proteins. *Research in Science Education*, *44*(1), 81–108. https://doi.org/10.1007/s11165-013-9375-9

Tibell, L., & Rundgren, C. (2010). Educational challenges of molecular life science: Characteristics and implications for education and research. *CBE Life Sciences Education*, *9*, 25–33. https://doi.org/10.1187/cbe.08–09–0055

Tolosa, A. (2017). 11 lecturas recomendadas sobre Epigenética y Enfermedades. *Genética Médica News*, (10). Retrieved from https://revistageneticamedica.com

Mendel versus ADN: textos de estudio e ideas del alumnado del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato

Francisco González-García[1], Mª Carmen Garrido-Navas[2] y Aurea Casal-García[1]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada.
[2]Investigadora Postdoctoral-Centro Genyo, Granada

pagoga@ugr.es

Resumen:

Este trabajo examina la secuenciación de los contenidos de genética en los textos de estudio, comprobando el debate entre si es preferible presentar primero la genética mendeliana o la genética molecular. Hemos analizado las ideas de los estudiantes del Master de Profesorado sobre este problema en la secuenciación y cómo su formación previa influye por una u otra opción al argumentar su elección de textos de estudio.

Palabras clave: enseñanza de la Genética; formación del profesorado; secuenciación.

Introducción

La Genética es un contenido fundamental en el currículo de la Biología y Geología de 4ºESO, único curso en el que imparten estos contenidos en la enseñanza obligatoria. El RD 1105/2014 propone una secuencia de tres bloques de contenido: La evolución de la vida, la dinámica de la Tierra y Ecología y medio ambiente. En el primero de ellos los contenidos descritos son: La célula, Ciclo celular, Los ácidos nucleicos, ADN y Genética molecular, Proceso de replicación del ADN, Concepto de gen, Expresión de la información genética, Código genético, Mutaciones y Relaciones con la evolución, La herencia y transmisión de caracteres, Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel, Base cromosómica de las leyes de Mendel, Aplicaciones de las leyes de Mendel, Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones, Biotecnología, Bioética, Origen y evolución de los seres vivos, Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra, Teorías de la evolución, El hecho y los mecanismos de la evolución, La evolución humana: proceso de hominización.

Esta descripción parte del estudio de la célula y sus procesos de división, continua con el ADN y la genética molecular, sigue con la genética clásica mendeliana y finaliza con las aplicaciones tecnológicas de la genética. El estudio inicial de la división celular era una recomendación planteada desde la investigación didáctica que aparece ya en muchos textos (Banet y Ayuso, 1998). La presentación de la genética molecular previa a la genética mendeliana, al menos en la secuencia textual, puede cuestionar la secuencia clásica de enseñanza de la genética, que habitualmente se había iniciado con las experiencias de Mendel, sus leyes y acaba por interpretar sus resultados a la luz del conocimiento posterior del ADN.

La investigación didáctica ha señalado que algunas de las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la genética derivan de los contenidos presentados en los textos (Cho, Kahle, y Nordland,

1985; Gracia, Gíl-Quílez y Osada, 2005). Así mismo, el incremento en los conocimientos de la genética molecular está planteando hasta qué punto se debe mantener la presentación clásica de sus contenidos iniciados por los trabajos de Mendel (Knippels, Waarlo y Boersma, 2005; Dougherty, 2010; Garrido-Navas y González-García, 2017). Se nos presenta un debate sobre la secuencia deseable que no está resuelto definitivamente.

El libro de texto es una de las herramientas más utilizadas, constituyéndose como una referencia básica para el profesorado acerca de qué contenidos tratar, cómo tratarlos, qué cuestiones plantear; junto al papel esencial que tiene para el alumno. Se ha llegado a afirmar que en la práctica la enseñanza puede estar más determinada por los textos que por las normas legislativas.

Este trabajo presenta un estudio que aborda desde dos perspectivas la problemática de los contenidos de genética. Por un lado se analiza la secuencia de contenidos de genética en un conjunto de libros de texto de 4º ESO, editados para Andalucía en 2010-2012 y 2016. Por otro lado se analizan las opiniones de los estudiantes del Máster de Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato (MPES) en relación a las dos secuenciaciones que aparecen en los textos y cómo consideran que pueden afectar al aprendizaje del alumnado de secundaria. Dado que los estudiantes del MPES presentan distintas edades y titulaciones podría esperarse que estos factores ejerciesen algún tipo de influencia sobre su visión.

Metodología

Se ha comparado la secuenciación de contenidos en un total de 13 libros de texto, (7 editados entre 2010-2012 y 6 editados en 2016-2017). En el caso de Andalucía los textos de 2010-2012 estaban sujetos al Real Decreto 1631/2006, mientras que los de 2016-2017 estaban sujetos al RD 1105/2014. Hemos de aclarar que en Andalucía la aplicación de la LOMCE y su normativa se retrasó un año respecto al resto del país.

Las ideas de los estudiantes del MPES se analizaron a través de sus respuestas a un cuestionario en el que se les solicitaba optaran por un texto de estudio entre los 6 o 7 que se les presentaban y eligieran entre las dos secuenciaciones más habituales; una en que la genética mendeliana precede a la genética molecular y otra en que es a la inversa. Se les cuestionaba ¿qué orden veían más adecuado para un mejor aprendizaje inicial de la genética en la educación secundaria? Este cuestionamiento se realizó dentro de su formación en el MPES, tras plantear la importancia de los libros de texto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se les solicitaba que argumentara su elección en base a diferentes criterios, bien de adecuación a la legislación educativa en vigor en cada momento, por sus contenidos disciplinares, o por su carácter didáctico.

El cuestionario fue contestado por 78 alumnos del MPES, especialidad Biología-Geología, pertenecientes a los dos últimos cursos académicos, 2016-2017 y 2017-2018. Los estudiantes pertenecen a diferentes titulaciones, y con diferencias por cursar la anterior Licenciatura o el actual Grado. La mayoría pertenecen a los estudios en Biología (42 estudiantes) , Ciencias Ambientales (9), Geología (8), Bioquímica (7), Biotecnología (3), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (4), Farmacia (2), Veterinaria, Ciencias del Mar e Ingeniería Agrónoma (1). Las edades oscilan entre los 23 y 49 años.

Resultados y discusión

Secuenciación de los contenidos y presentación en los textos de estudio

Los contenidos de Genética en los RD 1631/2006 y 1105/2014, derivados de la LOE y LOMCE, respectivamente, situaban el estudio del ADN y la Genética molecular de forma previa a la Genética mendeliana. En el RD 1631/2006 hay cierta redundancia pues se cita una “aproxima-

ción al concepto de gen" tras estudiar "El mendelismo", aunque el ADN se describe primero en los contenidos. En el RD 1105/2014 la secuencia es más clara: primero se nombre "ADN y genética molecular" y después "las leyes de Mendel".

De los 7 textos editados en 2010-2012, 3 inician con la genética molecular y 4 con la mendeliana. En los 6 textos de 2016-2017, dos comienzan con la genética molecular y cuatro con la mendeliana. Esta distinta secuenciación ya había sido descrita en textos editados en 2007-2008 e incluso podía hallarse en un texto LOGSE de 1998.

Los estudiantes que cursan el MPES al conocer la normativa educativa y contrastarla con la realidad de los textos muestran su sorpresa. Al analizar los contenidos de diversos manuales resaltan que hay contenidos ausentes mientras en otros se profundiza mucho, según editoriales. El 75% de los estudiantes da mayor importancia a la cantidad de contenidos presentes y consideran menos importantes que se presente en un orden u otro (solo 25% de los estudiantes lo consideraba prioritario para elegir un texto).

Elección de secuenciación en la enseñanza de los contenidos de Genética

Cuestionados por el diferente orden de presentación de los contenidos de genética, y tras analizar ejemplos de la importancia de la secuenciación en la enseñanza de las ciencias, se analizaron sus respuestas y argumentaciones.

Para determinar si los encuestados estaban teniendo en consideración las implicaciones didácticas del tipo de secuenciación elegido, se estudió el tipo de argumentos que utilizaban. Las respuestas se dividieron en dos categorías, argumentación didáctica y argumentación disciplinar, en función de cómo justificaban su elección. Se consideró que se estaba utilizando una argumentación didáctica cuando en la respuesta se consideraba que era mejor una determinada secuenciación en la enseñanza de los contenidos de genética debido a razones como que facilitaba el aprendizaje para el alumnado o la docencia para el profesor. Se consideró se estaba utilizando una argumentación disciplinar cuando no se hacía ningún tipo de referencia a la enseñanza de la materia y la justificación de la elección se centraba en la importancia de los contenidos o en la utilidad que tiene la adquisición de unos conocimientos básicos de genética.

El 85% de los estudiantes, 66 del total, daban respuestas con una clara predominancia de argumentaciones didácticas; frente al resto, un 15%, que utilizaban argumentos solo disciplinares. Independientemente del orden elegido, los estudiantes priorizaban la comprensión del alumnado en sus argumentos didácticos; mientras que en las argumentaciones disciplinares se insistía en términos como gen o leyes. La preponderancia de las argumentaciones didácticas era un objetivo en la formación del MPES y nos parece un buen indicador de su desarrollo.

En la elección del orden de secuenciación no se encontró ningún acuerdo. 40 estudiantes indican que es mejor para la enseñanza de la genética comenzar por la genética mendeliana, 35 optan por la genética molecular y 4 estudiantes declaran no poder optar por ninguna de ellas de forma clara. La elección de la genética mendeliana se razona principalmente por tradición histórica ("siempre se ha enseñado así") o bien que ven más fácil de aprender la genética en una progresión de lo simple y observable ("los caracteres mendelianos o elementos macro") hacia lo más complejo y no observable ("el ADN y sus procesos moleculares o elementos micro"). Los que optan por iniciar con la genética molecular lo justifican por considerar que estudio del ADN simplifica la comprensión de la genética de acuerdo a los conocimientos actuales y permite una progresión más adecuada en los estudiantes.

En resumen, no hay una opinión unificada para la secuenciación y parece repetirse la dicotomía presente en los mismos textos de estudio. Además se aprecia que tanto los que utilizaron argumentos didácticos como los que utilizan argumentos disciplinares también se encuentran divididos, prácticamente al 50%, al elegir una secuencia u otra.

En la Figura se muestra una síntesis del análisis por edades y titulaciones. En síntesis se aprecia que, salvo el grupo de G/L en Geología, la mayoría utiliza argumentaciones didácticas. Los geólogos, en general, reconocen que su formación es menor y utilizan argumentos disciplinares. Mayores discrepancias se observan a la hora de determinar si es mejor comenzar el estudio de la genética desde los contenidos de genética clásica o desde los contenidos de genética molecular. Por un lado, el grupo de los geólogos, el de los graduados en Biología, y los menores de 30 años opinan que sería mejor comenzar estudiando la genética clásica. Los graduados en Biología está mayormente conformado por menores de 26 años. En los estudiantes de entre 26-29 años hay integrantes de todas las titulaciones. Por otro lado, los licenciados en Biología, y los titulados en Ciencias Ambientales, el grupo de otros estudios y, en especial, los mayores de 29 años, consideran que sería más adecuado comenzar con el estudio de la genética molecular.

Esta división de opiniones, en particular entre graduados y licenciados de Biología, da unos resultados que son contrarios a nuestras ideas iniciales, pues esperábamos que los graduados más jóvenes fueran más partidarios de la genética molecular dado su desarrollo actual. Una posible explicación podría ser que los estudiantes más afines a la biología molecular cursan en la actualidad los grados de Bioquímica y Biotecnología pero no el grado de Biología. Entre los estudiantes de este último grado impera la idea de que la genética debe ser enseñada como siempre fue, en una secuencia más histórica, partiendo de los clásicos estudio de Mendel.

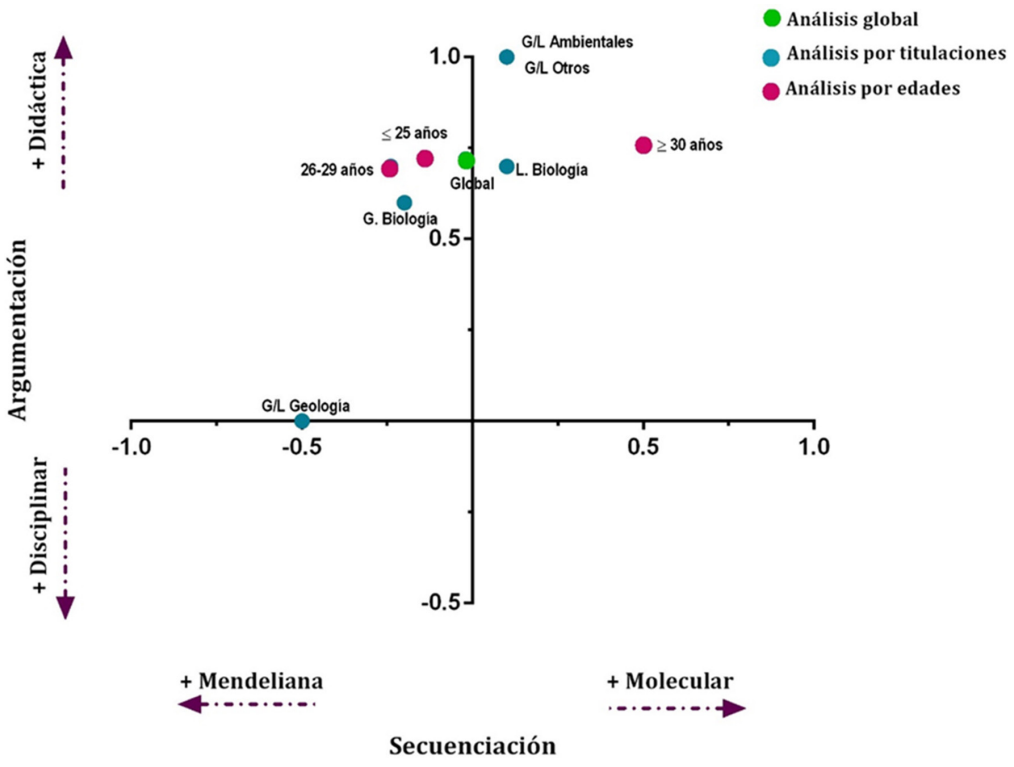


Figura 1. Resumen de tipo de argumentación (eje de ordenadas) y elección de secuenciación (eje de abscisas) entre estudiantes del MPES según edad y titulación. Los valores en abscisas entre-1 y 0 indican que la mayoría de respuestas eligieron comenzar por genética mendeliana, entre 0 y 1 por genética molecular. En ordenadas los valores inferiores a 0.5 indican más argumentos disciplinares y los superiores más argumentos didácticos. G se refiere a titulados Graduados y L refiere a Licenciados

Conclusiones

Como ya apreciamos en trabajos anteriores (Garrido-Navas, 2012; Garrido-Navas y González-García, 2017) los textos de estudio de 4º ESO, donde se presentan los contenidos de genética,

tienden a diferenciar dos tipos de secuenciaciones, la que comienza con los contenidos de genética mendeliana y la que lo hace con los contenidos de genética molecular. Se ha de indagar las razones de esta doble presentación, considerando que la normativa legal parece inclinarse por dar un mayor papel a la biología molecular, en particular en el desarrollo posterior del curriculum de biología en el Bachillerato.

Se plantearía el debate de si Mendel puede quedar como mera historia de la disciplina e interpretar toda la genética desde el actual conocimiento molecular que resulta más claro conceptualmente; evitando, con ello, algunas de las dificultades que presenta la genética mendeliana y que se han descrito ampliamente en la investigación didáctica (Bugallo, 1995).

Consideramos importantes para la formación del futuro profesorado de secundaria que tomen conciencia de este problema y de la importancia de los textos y su secuencia. En la población estudiada no hay una elección clara de secuencia pero si se valoran las argumentaciones didácticas. Las diferencias encontradas por edad y titulación nos deben hacer reflexionar sobre sus perfiles de formación en los actuales grados y la formación a desarrollar durante el MPES, en particular considerando la incorporación de graduados de nuevas titulaciones en Ciencias.

Referencias bibliográficas

Banet, E., y Ayuso, E. (1998). La herencia biológica en la educación secundaria: reflexiones sobre los programas y las estrategias de enseñanza. *Alambique, 16*, 1-7.

Bugallo, A. (1995). La didáctica de la genética: Revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias,* 13 (2), 137-153.

Cho, H. M., Kahle, J. B., y Nordland, F. H. (1985). Aninvestigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education, 69*(5), 707-719.

Dougherty, M. (2010). It´s Time to Overhaul Our Outdated Genetics Curriculum. *The American Biology Teacher, 72*(4), 218.

Garrido-Navas, M. C. (2012). *Análisis de los contenidos de Genética en textos de 4º ESO (Trabajo final de Máster).* Granada, España: Universidad de Granada.

Garrido-Navas, M.C y González-García, F. (2017). La Genética en los textos de estudio de la ESO: ¿Se hace caso de la investigación didáctica? En X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, volumen extraordinario, 2017, páginas 1255-1260.

Gracia, M., V., M., Gil-Quílez, M., y Osada, J. (2005). ¿Cómo se enseña la genética en los libros de texto? En M. Gracia, M. V., J. Osada, & M. Gil-Quílez, *Aspectos didácticos de ciencias naturales (biología)* (Vol. 9, págs. 49-72). Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Instituto de Ciencias de la Educación.

Knippels, M. C., Waarlo, A. J., y Boersma, K. T. (2005). Desingn criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education, 39*(3), 108-112.

Utilización de entrevistas individuales para indagar sobre los conocimientos y las actitudes de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología: los alimentos transgénicos

Cristina Ruiz González, Enrique Banet Hernández, Luisa López Banet, Enrique Ayuso Fernández

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia

ayuso@um.es

Resumen:

Aunque los alimentos transgénicos son más conocidos por los estudiantes que otras aplicaciones de la Biotecnología, para un número importante de ellos pueden contener sustancias químicas peligrosas para la salud. El propósito de este trabajo es profundizar, a través de entrevistas individuales a 10 estudiantes que finalizaban 2º de Bachillerato, en sus conocimientos y actitudes hacia los mismos. Si bien los conocimientos resultan adecuados cuando se preguntan contenidos generales, quedan patentes errores al intentar indagar de manera más detenida sobre las concepciones de los estudiantes. Las actitudes hacia el consumo de alimentos transgénicos varían notablemente entre el alumnado participante.

Palabras clave: Biotecnología; Alimentos Transgénicos; Bachillerato; Entrevista semiestructurada.

Antecedentes de la investigación

Este trabajo, que forma parte de un proyecto más amplio acerca de los conocimientos, actitudes e intereses de estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología, se centra en una de sus aplicaciones más conocidas: los alimentos transgénicos (Chen, Chu, Lin, & Chiang, 2016).

Aunque, según Dawson (2007), los estudiantes conocen y describen bien este término, algunos creen que tienen sustancias químicas peligrosas o desconocen que las modificaciones genéticas pueden incrementar las características nutricionales de estos productos (Prokop, Lesková, Kubiatko, & Diran, 2007); otros piensan que la ingestión de alimentos transgénicos puede inducir alteraciones genéticas (Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012) o que los organismos modificados genéticamente son más grandes que los normales (Öztürk-Akar, 2016).

En un estudio previo, utilizando un cuestionario escrito, concluimos: que un número relevante de estudiantes finalizan 2º de Bachillerato (2B en adelante) con ideas poco adecuadas sobre Genética, lo que sin duda condicionará su comprensión de la Biotecnología; que es necesario mejorar los conocimientos sobre sus aplicaciones; y que tienen actitudes más positivas por las relacionadas con la salud humana.

Perola utilización de cuestionarios aporta una información limitada sobre aspectos descriptivos, por lo que decidimos completar los resultados anteriores realizando entrevistas semiestruc-

turadas que, mediante observaciones sistemáticas y registro de hechos que ocurren espontáneamente, permiten comprender mejor lo que un fenómeno significa para los participantes (McMillan & Schumacher, 2005).

De los ámbitos de la Biotecnología sobre los que llevamos a cabo entrevistas individuales (alimentos transgénicos, biorremediación, biotecnología industrial y obtención de fármacos y hormonas mediante ingeniería genética), a continuación, describimos lo relativo a los alimentos transgénicos.

Problemas de la investigación

Considerando la bibliografía revisada nos planteamos dos problemas de investigación:

Problema 1: ¿Resulta adecuado el conocimiento sobre alimentos transgénicos de un grupo de estudiantes de 2ºde Bachillerato?

Problema 2: ¿Qué actitudes muestran los estudiantes acerca los alimentos transgénicos y qué valoran a la hora de aceptarlos o no?

Metodología

Población objeto de estudio

A finales del curso académico 2016/17, se realizaron entrevistas individuales a 10 estudiantes de 2B, seleccionados al azar, que habían estudiado la asignatura Biología.

Recogida de información

La entrevista (tabla 1) comenzaba presentando a los estudiantes un texto de ambientación sobre naranjas normales y transgénicas, preguntándoles si lo habían entendido o necesitaban

Tabla 1. Estructura de la entrevista "La naranja dorada"

Texto de ambientación	"Made in Spain, concretamente en Valencia. La investigación la han llevado a cabo tres grupos del IVIA, IATA y la empresa Biópolis, y acaba de ser publicada en Plant Biotechnology Journal. El resultado de esta investigación ha sido la obtención de naranjas en menos tiempo del habitual, de color amarillo intenso ("golden") y con un mayor contenido (hasta 36 veces más) en β-caroteno en la pulpa, precursor de la vitamina A." (Extraído de la web naukas.com)
Imágenes	Dos fotos: un naranjo con flores y frutos; dos mitades de naranja, una transgénica y otra normal
Conocimientos	Presencia de genes en la planta del naranjo
	Significado de alimento transgénico
	Relación gen-carácter
	Ejemplos de alimentos transgénicos
	Alimentos obtenidos por biotecnología
Actitudes	Ventajas de los alimentos transgénicos
	Inconvenientes de los alimentos transgénicos
	Predisposición a la compra y consumo
	Importancia del etiquetado del alimento transgénico
	Interés por la lectura de las etiquetas
	Actitud general hacia los alimentos transgénicos
	Fuentes de información sobre los alimentos transgénicos

alguna aclaración. A continuación, se elaboró un guion (5 preguntas sobre conocimientos y 7 sobre actitudes) que, ensayado con estudiantes de 2B de otros centros, nos permitió definir mejor su contenido, así como los papeles del profesorado (orientar, aclarar dudas…) y de los estudiantes (clima de comodidad y confianza, motivación de las respuestas…). En todo caso, las interacciones con los estudiantes aconsejaron pequeños cambios en el guion para adaptarnos a sus respuestas.

Durante las entrevistas –realizadas en los centros de los estudiantes, grabadas y de 10-15 minutos de duración– el investigador guiaba al estudiante con el propósito de obtener información sobre los aspectos señalados, dejando que explicaran sus puntos de vista y expresase sus dudas de la manera que considerara oportuna.

Interpretación de resultados y principales conclusiones

Presencia de genes en la planta de la naranja

En trabajos previos constatamos las dificultades que tienen muchos estudiantes que finalizan la ESO para identificar la presencia de genes en especies como el naranjo (Ruiz-González, Banet, & López-Banet, 2017). También, aunque en menor porcentaje, entre los que finalizan 2B (pendiente de publicación). Idea que confirmamos en las entrevistas (tabla 2).

Tabla 2. ¿Las naranjas tienen genes?

Sí, en todas sus células	6
Sí, pero solo en algunas partes (pulpa, semilla…)	2
No (respuesta inicial). Después señalan que, si son transgénicas tienen genes en algunas partes	2

A pesar de que la respuesta más frecuente es afirmativa, la interacción con los estudiantes permite comprobar las dudas que esta cuestión les genera.

Profesor (P):"¿Las naranjas tienen genes?"	Alumno (A) 8:"Yo creo que sí."
P: "¿Dónde están esos genes?"	A8:"Exactamente pues… los genes están determinados por el ADN… supongo que los genes están dentro del material genético de la naranja."
P: "Y si tuviéramos que buscar un sitio con genes ¿dónde buscarías?"	A8:"Supongo que de cualquier parte de la naranja… No, de la pulpa de la naranja."

En otros casos, inicialmente los estudiantes indican que las naranjas no tienen genes, pero cuando el profesor les recuerda que son transgénicas…

P: "¿Las naranjas tienen genes?"	A6:"¿Las naranjas?... Creo que no."
P: "Y los naranjos, los árboles de las que se obtienen ¿tendrían genes?"	A6:"Sí."
P: "¿Y cómo podrías explicar que las naranjas sean transgénicas?"	A6:"Si son transgénicas, le han tenido que modificar los genes…"
P: "¿Y dónde tendrían los genes?"	A6:"… Supongo que en la pulpa."

La flexibilidad de las entrevistas facilita comprender mejor lo que quieren decir los estudiantes y las dudas que pueden tener cuando en el cuestionario responden a una pregunta sobre la existencia y la localización de genes en naranjas.

Significado de alimento transgénico y relación entre nuevo gen y nuevo carácter

Las respuestas de los estudiantes sobre el significado de alimento transgénico se pueden considerar adecuadas en todos los casos (tabla 3); próximas a definiciones que podríamos encontrar en muchos manuales. Incluso, en algún caso, aplicadas a las naranjas.

A6: "Alimentos que han sido modificados sus genes para cambiar su aspecto o el aporte energético que pueda dar."

A9: "No modifican lo que es el alimento, lo que es la naranja. Modifican la planta. Introducen o alteran los genes, imagino que de los gametos antes de formar el árbol y si están buscando que tengan un mayor contenido en betacaroteno… no sé exactamente cómo, pero lo alteran."

Tabla 3. Significado de alimento transgénico y relación entre nuevo gen y nuevo carácter

Conocen el significado	10
Expresan la relación gen-carácter y la aplican a los alimentos transgénicos	2
Expresan la relación gen-carácter, pero no la aplican a alimentos transgénicos	4
No sabe expresar la relación gen-carácter	4

Sin embargo, existen dificultades al intentar explicar cómo se expresan los nuevos genes alterados o introducidos en un alimento transgénico. Las entrevistas permiten identificar tres situaciones diferentes (tabla 3): algunos estudiantes explican la relación gen-carácter y la aplican al caso de la naranja transgénica; otros, solo se refieren a esta relación de forma genérica.

A8: "El gen es lo que codifica las vitaminas. Es como lo que da lugar a esas vitaminas. Entonces si modificas el gen dará lugar a más de una vitamina o a una vitamina distinta."

A2: "Pues a partir del ADN, se duplica… Se da la transcripción y a partir de ahí se forma el ARN mensajero, sale al citoplasma y en éste hace la traducción para la síntesis de proteínas."

Un tercer grupo no asocian su posible conocimiento sobre la expresión de los genes con la relación entre el nuevo gen y el nuevo carácter del organismo modificado.

P: "¿Cómo relacionas cambiar un gen con que un alimento tenga más betacaroteno?"

A9: "En los genes está todo determinado ¿no?... el color de la naranja, las sustancias que contiene… si nos interesa cambiar alguna de esas características… Específicamente no lo sé. Pero cualquier alteración ahí, cambia directamente el desarrollo de la planta."

Conocimiento de ejemplos de alimentos transgénicos y del uso de la Biotecnología

Aunque los estudiantes conocían el significado de alimentos transgénicos, no tienen claro cuáles se pueden comercializar en España y tienen ideas erróneas, derivadas del conocimiento popular, al identificar algunas variedades de frutas y verduras con alimentos transgénicos.

A9: "Supongo que sí habrá un montón. Creo que casi todos los vegetales que comemos, no sé si patatas o algo que le han metido un gen de salmón o trucha para aguantar más el frío."

Además, algunos estudiantes citan, como ejemplos, alimentos producidos por otros procesos en los que interviene la biotecnología, pero no son transgénicos, o por técnicas agrícolas.

A1: "Por ejemplo, la cerveza y el vino."

A4: "Los tomates por ejemplo me suenan. En el súper los tomates que compramos, muchos son transgénicos y las sandías sin pepitas."

Actitudes hacia los alimentos transgénicos

Cuando se preguntó a los estudiantes si comprarían naranjas transgénicas si fuera posible hacerlo (tabla 4), se observó que valoraban principalmente los beneficios o perjuicios en la salud, así como aspectos económicos.

Tabla 4. Actitud sobre el consumo

¿Comprarías estas naranjas si estuvieran en el mercado?	
Si por igual precio son mejores sí	6
No	4

Al preguntar por las ventajas que tendrían estas naranjas, reconocían su interés médico-nutricional (mayor aporte de vitaminas) y comercial (maduración más rápida). Si bien, tenían dudas y puntos de vista dispares sobre sus inconvenientes.

> A5: "Al madurarse antes, se pueden recoger antes y producir más cantidad en menos tiempo. Al tener vitaminas son mejores para la salud."
>
> A1: "En este caso no… que pueda haber algún fallo, al modificar el gen puede que la naranja desarrolle una enfermedad en la naranja. No sé, siendo un antígeno para la persona, el gen que hemos metido. Los otros genes no serán antígenos porque nos las comemos y no pasa nada."
>
> A9: "No sería natural…"
>
> A8: "Podría haber cierta relación entre consumir productos modificados genéticamente y tener enfermedades como el cáncer."
>
> A9: "Hay gente que piensa que, si se introducen nuevos genes, podría tener más facilidad para soltarlos y podrían cogerlos nuestras bacterias y podría ser un peligro."

Por otra parte, aunque en general los estudiantes consideran que los alimentos transgénicos deben estar etiquetados, indicando que lo son, reconocen no leer las etiquetas de lo que consumen, ya que no son quienes realizan la compra.

Por último, cuando se preguntó por la actitud general hacia los alimentos transgénicos se observa que la mayoría sería de aceptación, señalando que ha sido, sobre todo, la educación formal el medio por el que han obtenido información sobre ellos (tabla 5).

Tabla 5. Actitud general e interés

En general, ¿tu actitud frente a los alimentos transgénicos sería…?		¿De qué manera has llegado a conocer acerca de los alimentos genéticamente modificados?	
Positiva	6	IES	8
		Internet	2
Negativa	2	Televisión	5
		Radio	1
NS/NC	2	Hablando con otras personas	1
		Periódico	1

Consideraciones finales

En nuestra opinión –actuando con flexibilidad a partir de un guion previo–, las entrevistas permiten conocer mejor qué saben los estudiantes sobre los alimentos transgénicos y qué valoran a la hora de adoptar una determinada actitud como posibles consumidores.

Considerando los problemas planteados, podemos concluir que los estudiantes tienen dificultades para explicar la localización y la expresión de los genes, no saben cómo se producen los alimentos transgénicos, sus ventajas y sus inconvenientes, o cuáles se pueden encontraren el mercado.

En todo caso, y dado el nivel de polémica que estos productos suscitan, incluso entre especialistas en el tema, además de procurar que los estudiantes comprendan las bases genéticas de esta aplicación de la Biotecnología, creemos necesario, utilizar en las aulas artículos científicos y divulgativos que planteen las controversias socio-científicas (pros y contras) que acompañan a los alimentos transgénicos, fomentando actividades de rol y debates(Simonneaux, 2002), con objeto de que los estudiantes puedan expresar sus opiniones sobre su consumo y contrastarlas con las de otros compañeros; circunstancias que incrementarían el interés por este tema y por las noticias que genera.

Referencias bibliográficas

Chen, S. Y., Chu, Y. R., Lin, C. Y., & Chiang, T. Y. (2016). Students' knowledge of, and attitudes towards biotechnology revisited, 1995???2014: Changes in agriculture biotechnology but not in medical biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *44*(5), 475–491.

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 Year Old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, *37*(1), 59–73.

Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teaching and Teacher Education*, *28*(3), 368–381.

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa. Una introducción conceptual* (5ª). Pearson Educación, S.A.

Öztürk-Akar, E. (2016). Turkish university students' knowledge of biotechnology and attitudes toward biotechnological applications. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 1–11.

Prokop, P., Lesková, A., Kubiatko, M., & Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, *29*(7), 895–907.

Ruiz-González, C., Banet, E., & López-Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica : implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, *14*(3), 550–569.

Simonneaux, L. (2002). Analysis of classroom debating strategies in the field of biotechnology. *Journal of Biological Education*, *37*(1), 9–12

Aproximación a la fundamentación teórica de la Bioética en el currículo de la Educación Secundaria

Francisco González-García y Daniela Basagni

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada

pagoga@ugr.es

Resumen:

Esta comunicación revisa la fundamentación teórica de la bioética como disciplina que combina el conocimiento científico con el de los valores humanos. Dado el desarrollo de los conocimientos biotecnológicos y sus posibilidades de aplicación en múltiples campos de la vida cotidiana parece imprescindible una alfabetización de la población en las temáticas bioéticas. Se revisa la normativa internacional que promueve la formación en bioética, se presenta una indagación inicial en el currículo español y la presencia de la bioética en textos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria.

Palabras clave: bioética; enseñanza de las ciencias; naturaleza de la ciencia; textos de estudio.

Marco teórico general de la bioética

El progreso del conocimiento científico ofrece perspectivas cada vez más amplias en todos los campos, en particular en el campo biomédico y sus tecnologías relacionadas como la neurociencia y la genética humana. Este progreso ofrece grandes posibilidades y ventajas pero plantea numerosos problemas en ámbitos de carácter social, político, religioso, jurídico y ético. En este contexto se encuadra la bioética que, desde su inicio, evolución y consolidación como ciencia, ha estado siempre en el centro de diversos debates, algunos aún en curso, dependiendo de su interacción con la religión, la política, el derecho y según los países. La bioética tiene unas raíces antiguas, ya en 1927 el filósofo alemán Fritz Jahr publica un artículo en la revista "Kosmos" donde aparece por primera vez el término bioética, con una perspectiva teológica, y aplicando un imperativo bioético en que se plantea la prohibición de maltratar a cualquier ser vivo, animal o planta, y se promueve el bienestar de todos los seres vivos con una visión adelantada sobre las cuestiones actuales sobre experimentación animal (Sass, 2007).

En el ámbito académico actual la bioética reaparece en un artículo de 1970, "Bioethics, The science of survival" y en un libro posterior del oncólogo estadounidense V. R. Potter (1970, 1971), en los que afirma que es necesario construir una nueva ciencia que combine los conocimientos científicos y la cultura humanística para evitar que el progreso científico-técnico se constituya en un peligro para la supervivencia de la humanidad. En esos años se dieron a conocer una serie de experimentos en hospitales de EE.UU que recordaban a prácticas médicas nazis y se creó gran preocupación; posteriormente Potter amplió sus ideas hacia una bioética ambiental global (Whitehouse, 2002; Henk, 2012; Sgreccia, 2012). En esa misma línea se encuentra la opinión de André Hellengers que propone también ampliar la bioética hacia el campo del aprendizaje y con un abordaje interdisciplinario e interactuando con las ciencias de la vida y las políticas públicas (Reicht, 1994).

Aún sin usar el término bioética, antes de 1970, los temas pertinentes a la misma en la práctica médica tenían gran relevancia. Posteriormente el interés en la bioética, su consolidación como ciencia, con su propio sistema de principios y su propia metodología y los problemas relacionados con ella, han crecido exponencialmente, como lo demuestra el número de publicaciones sobre el tema. En 1971 la revista Nature tiene dos citas, en 2011 hubo 2997 (Mariel y Outomuro, 2014). En 1978 fue publicada la primera Enciclopedia de bioética, "Encyclopedia of Bioethics" en la que se ofrece una definición, ampliada luego, de bioética: "El estudio sistemático de las dimensiones morales, incluyendo visión, decisión, comportamiento y normas morales, de las ciencias de la vida y la salud, utilizando una variedad de metodologías éticas en un contexto interdisciplinario" (Reicht, 1994).

En años sucesivos se han publicado muchos estudios sobre la materia, un hecho que demuestra la complejidad del tema. La bioética en un primer momento considerada sólo en relación con la capacidad de la ciencia médica de afectar al principio y al final de la vida y a la salud, a continuación, se ha relacionado con cuestiones relativas al medio ambiente, la experimentación con animales, la ecología, y la biotecnología en general (Tartaglia y Cirillo, 2016).

Perspectivas educativas de la bioética

En los años 90 del siglo XX, el debate sobre la bioética se extiende y se plantea la necesidad de la educación en bioética, que inicialmente se limitaba al personal médico y paramédico (Mariel y Outomuro, 2014), extendiéndola a la formación preuniversitaria. En relación con la formación del personal sanitario, debe considerarse el cambio de modelo de relación médico-paciente, que deja el modelo paternalista, en que el médico fue único árbitro en la adopción de decisiones a favor del paciente. El nuevo modelo requiere la participación del paciente mismo. La relación entre la ética médica y la bioética ya va más allá del Juramento Hipocrático considerando los avances que las nuevas tecnologías genéticas plantean a los investigadores y las posibles consecuencias de sus descubrimientos y tratamientos. Todo ello exige una educación en bioética que incluya no sólo conocimientos sino sobre todo adquisición de un sistema de valores. La necesidad de una adecuada formación en bioética del personal médico y sanitario ha determinado la organización de cursos específicos a nivel universitario. En Italia, en 2001, nació la primera Facultad de Bioética en el mundo. En las Universidades públicas, inicialmente, la bioética fue insertada en las materias optativas en varias Facultades de Medicina y a continuación fue incluida en determinadas materias como Historia de la medicina y Medicina Legal (Sgreccia, 2012). Además en varias Universidades, diferentes Facultades proporcionan Master y Doctorados en Bioética.

Respecto a la formación ciudadana, es notable el interés que despiertan los temas relacionados con la bioética en campos de la medicina o la genética, los nuevos descubrimientos científicos en neurociencia, alimentación, etc. Temáticas como el embarazo subrogado o "vientre de alquiler" o la clonación movilizan a la opinión pública y generan grandes debates éticos. Suelen ser los medios de comunicación los que llevan la información en estos debates, a menudo con falta de información científica correcta o claramente sesgada según intereses corporativos (por ejemplo los alimentos transgénicos). Por lo tanto, la información y educación sobre cuestiones de bioética deben tener la máxima extensión y difusión posible; ese objetivo puede conseguirse implicando a la generación más joven y llevando a cabo esta formación en el contexto institucional encargado de formar ciudadanos participativos y responsables como es la escuela.

Presencia de la Bioética en la normativa internacional y educativa

En 1997 el Comité de Bioética de la UNESCO realizó una Declaración Universal sobre el Genoma Humano y en 2005 una Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, en cuyo artículo 23, apartado 1, establece: "Para promover los principios enunciados en la presente

Declaración y entender mejor los problemas planteados en el plano de la ética por los adelantos de la ciencia y la tecnología, en particular para los jóvenes, los Estados deberían esforzarse no sólo por fomentar la educación y formación relativas a la bioética en todos los planos, sino también por estimular los programas de información y difusión de conocimientos sobre la bioética" (Unesco, 2005). De hecho, el documento confirma el compromiso de los Estados a promover la educación y la formación bioética (artículo 23.2). En Europa, la educación en bioética no es una disciplina autónoma, pero se está promoviendo su inclusión en diferentes niveles de enseñanza.

El Consejo de Europa ha publicado el "Bioethical Issues", una Hoja Informativa de la Educación (Consejo de Europa, 2013), que hace una importante contribución al debate sobre la propagación de las cuestiones de bioética entre los estudiantes de los ciclos superiores. Su contenido se dirige a los jóvenes mayores de 15 y, además de ofrecer herramientas de formación, identifica las pautas a seguir en la educación Bioética. El "Bioethical Issues", ha sido adoptado en Alemania, Austria y Francia. En Francia temas relacionados con la bioética están presentes en varias fases de la formación superior. En Holanda la bioética es uno de los objetivos de una materia obligatoria. En el Reino Unido encontramos el BEEP (Bioethics Education Project, https://beep.ac.uk), un sitio web interactivo que incluye materiales de enseñanza para los profesores e informaciones de ayuda para los estudiantes sobre varias cuestiones de bioética.

En Italia, destaca un acuerdo de Entendimiento entre el Ministerio de Educación y el Comité Nacional de Bioética de 2010, en la que las dos partes se comprometen a llevar a cabo iniciativas conjuntas para que la educación a la bioética sea una parte integral de la educación escolar, aunque el acuerdo aún no está desarrollado adecuadamente en su totalidad. Por lo tanto, la enseñanza de la bioética en las escuelas secundarias se hace episódicamente, a iniciativa de preguntas o intereses de los estudiantes o de los directivos escolares. Los libros de texto no abordan este argumento en general y no contienen referencias específicas. En general cabe destacar, que en los libro de textos en la materia de biología, una asignatura obligatoria en la escuela secundaria, la genética y las biotecnologías se analizan solo desde un punto de vista científico y no se consideran las cuestiones éticas relacionadas. Asimismo en los libros de texto de derecho, no se analizan los problemas y las soluciones jurídicas sobre temas que han relevancia en bioética como clonación, técnicas de inseminación artificial, alquiler de útero, disposiciones sobre el final de la vida.

En España, en los contenidos del currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato del Real Decreto 1105/2014, encontramos la inclusión de la bioética en la materia de Biología y Geología del 4ºESO (materia optativa). También aparecen algunos contenidos de valores éticos en relación con las biotecnologías en los cursos de la ESO en la materia de Valores Éticos (asignatura opcional y alternativa, generalmente, a la materia de Religión). En todo caso esta inclusión no asegura, de forma general, que todos los alumnos tengan una formación básica en las cuestiones que plantean los dilemas y controversias bioéticas.

Aproximación a la bioética desde la enseñanza de las ciencias

En la legislación española, ya desde la LOE (2006), aparecen como contenidos de la asignatura de Biología y Geología en 4ºESO los siguientes descriptores: *"Ingeniería y manipulación genética: aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes. Los alimentos transgénicos. La clonación. El genoma humano. Implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva".* En la actual LOMCE se describen los siguientes descriptores: *"Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones. Biotecnología. Bioética*". Hay una mención explícita a la Bioética.

Dada la importancia del libro de texto hemos realizado una indagación inicial, aunque no es objeto principal de este trabajo, de la presencia de esos contenidos de bioética en textos de

4º ESO publicados en Andalucía para el curso 2016-2017. Podemos resumir que la situación en los seis textos analizados es muy variable, dividiéndose entre el estudio de los conocimientos científicos, con mayor o menor profundidad, y sus implicaciones bioéticas. En dos textos se cita de forma explícita a la bioética, con referencia incluida a su definición y a la declaración de la UNESCO un texto se hace 2017. En ellos se plantean cuestiones y dilemas éticas que afectan a la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones sociales. En otros tres textos se discute acerca de las implicaciones éticas de la biotecnología o los riesgos de la biotecnología o incluso de la valoración ética y social de la ingeniería genética, en unos planteamientos que parecen reproducir los descriptores de la LOE, pero no incorporan propiamente a la bioética. Por último un texto aparece claramente desfasado y solo aporta un pequeño epígrafe para desarrollar los riesgos de la ingeniera genética aplicada a los organismos genéticamente modificados (OGM).

Más allá de los textos, nos preguntamos si la enseñanza de las ciencias puede asumir e incorporar la educación bioética. Para ello creemos que el profesorado en activo, y en particular el futuro profesorado, debe asumir que la competencia científica no solo es adquirir los conocimientos científicos, sino que debe incluir otros elementos de la naturaleza de la ciencia y sus interacciones sociales (Bell y Lederman, 2003). La genética es un campo favorable para plantear cuestiones bioéticas, sin embargo apuntamos dos requisitos. Uno, abandonar los modelos tradicionales de mera transmisión y reproducción de contenidos y promover espacios didácticos como el de las controversias socio-científicas (Sadler, 2004, Doménech-Casal, 2017). Y dos, quizás aún más complejo, promover trabajo en el aula de forma interdisciplinar incluyendo a las ciencias naturales, la historia, la filosofía y la ética.

Promover la investigación didáctica en ciencias incorporando cuestiones bioéticas también es un reto para nuestra área de trabajo en la educación secundaria pues, hasta el momento, la mayoría de los trabajos se sitúan en la enseñanza universitaria de profesionales del campo de la medicina y la biotecnología.

Referencias bibliográficas

Bell, R.L. y Lederman, N.G. (2003) Understanding of the nature of science and decisión making, on science and technology based issues. *Science Education*, *87*, 352-377.

Consejo de Europa (2013). *Bioethical Issues*. Strasbourg: Council of Europe. Recuperado de sitio de Council of Europe: https://edoc.coe.int/en/404-educational-tools

Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14(3), 601-620. Recuperado de http://hdl.handle.net/10498/19510

Henk, H. A. M. J. (2012). Potter's Notion of Bioethics. *Kennedy Institute of Ethics Journal* 22(1), 59-82. The Johns Hopkins University Press.

Mariel, A. y Outomuro, D. (2014). Bioética consolidada: abordaje histórico a más de 40 años de surgimiento. *Revista de Bioética y Derecho*, *30*, 77-91. http://dx.doi.org/10.4321/S1886-5887201400010000

Potter, V.R. (1970). Bioethics. The science of survival. *Perspectives in Biology and Medicine, 14(1*), 127-155

Potter, V.R. (1971). *Bioethics. Bridge to the future*. New Jersey: Prentice-Hall.

Reicht, W.T. (1994). The Word "Bioethics": Its Birth and the Legacies of those Who Shaped It. *Kennedy Institute of Ethics Journal* Volume *4, (4*), 319-335

Sadler T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, *41(4),* 513-536.

Sass H. M. (2007) Fritz Jahr's concept of bioethics. *Kennedy Institute of Ethics Journal 17(4),* 279-295

Sgreccia, E. (2012). *Manuale di Bioetica vol.1* (4 ed.). Milano: Vita e pensiero.

Tartaglia, G.G. y Cirillo, D. (2016). *Biotecnología: la vida al servicio de la vida.* Madrid: EL PAÍS- Materia.

Unesco (2005). *Universal Declaration on Bioethics and Human Rights*. Paris: Unesco. Recuperado del sitio web de la Unesco: http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/bioethics/bioethics-and-human-rights/

Whitehouse, P.J. (2002). Van Rensselaer Potter: An Intellectual Memoir. *Cambridge Quarter Health Ethics 11(4*), 331-334.

Recomendaciones para el aprendizaje de la epigenética en la educación secundaria

Isabel Zudaire y María Napal

Departamento Ciencias. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad Pública de Navarra

mariaisabel.zudaire@unavarra.es

Resumen:

La implicación de la epigenética en la salud humana y en la adaptación de las especies es un tema de gran actualidad. Sin embargo su docencia en la educación secundaria es muy poco frecuente. Los objetivos de este trabajo fueron analizar las barreras conceptuales que pueden presentar los alumnos para la comprensión de esta disciplina y evaluar la posibilidad de introducirla en el currículo de la escuela secundaria. Muchos estudiantes se adhieren a puntos de vista deterministas y entienden la mutación como la única fuente de variabilidad. Después de una breve intervención, más de la mitad de los estudiantes pudieron atribuir cambios en la expresión genética mediada por factores ambientales, y más del 25% de los estudiantes de mayor edad mencionaron también algunos mecanismos moleculares. Incluimos en el trabajo algunas recomendaciones para la introducción de esta disciplina en la docencia.

Palabras clave: Barreras conceptuales; genética ambiental; epigenética; determinismo genético; educación secundaria.

Introducción

En la actualidad, los ciudadanos se encuentran a menudo con situaciones que ponen a prueba sus conocimientos sobre genética, por lo que la escuela debería proporcionar una enseñanza que asegure una adecuada alfabetización en esta disciplina(Bowling et al., 2008). Son muchos los trabajos que han mostrado que la didáctica de la genética en la Educación Secundaria presenta dificultades y errores importantes. Cabe destacar entre ellas la formulación de la expresión genética siguiendo la visión clásica del dogma central de la biología (*un gen-una proteína*), transmitiendo una visión determinista de la genética (Aivelo & Uitto, 2015). Sin embargo, esta visión es cada vez más irreconciliable con el conocimiento científico actual en el campo de la genética.

Entre todos los nuevos mecanismos descritos, destaca la epigenética, que se ha convertido en uno de los campos más prometedores de la investigación biomédica. Las "etiquetas" epigenéticas se unen al genoma en respuesta a factores externos, tanto relativos al ambiente celular como a los elementos extrínsecos como la dieta, la exposición a tóxicos o la temperatura (Skinner, 2015). La regulación epigenética controla algunos procesos biológicos como la diferenciación celular, el mecanismo de la impronta y la evolución. Una regulación defectuosa puede ser causa de enfermedades importantes (Pickersgill, Niewöhner, Müller, Martin, & Cunningham-Burley, 2013) y en la actualidad, existen medicamentos y pruebas diagnósticas basadas en estos mecanismos epigenéticos(Cramer, Adjei, & Labhasetwar, 2015).

Por lo tanto, dado el papel decisivo que desempeña la epigenética en el desarrollo de la vida, está claro que la alfabetización genética básica debe incluir la noción de expresión genética diferencial, afectada por el medio ambiente y otros genes, y en última instancia la epigenética (Dougherty, Pleasants, Solow, Wong, & Zhang, 2011). El currículo de Biología actual en España (*Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*) no menciona específicamente el término epigenética, y tampoco incluye la noción de la regulación de la expresión génica en la ESO. En Bachillerato, la regulación de la expresión génica procariota está sobrerrepresentada en comparación con los sistemas de regulación eucarióticos, debido a la complejidad de estos últimos.

Por todo ello, los objetivos de nuestro proyecto fueron los siguientes:

1. ¿Cuál es el conocimiento actual sobre la constancia del ADN y la regulación de la expresión génica entre los estudiantes de secundaria?
2. ¿Qué conceptos sobre epigenética incorporan los estudiantes para explicar escenarios de adaptación a factores externos y qué barreras conceptuales surgen?

Participantes

Doce colegios, públicos y concertados, de la Comunidad Foral de Navarra participaron en la investigación, incluyendo un total de 424 estudiantes (306 en 4º de ESO y 118 de Bachillerato). Las investigadoras no participaron en la docencia de los temas previos.

Metodología

La intervención incluyó una prueba inicial, una breve charla sobre epigenética y una actividad final para evaluar la comprensión de los estudiantes.

Test inicial

La prueba incluyó 5 preguntas de opción múltiple.

Las preguntas fueron:

- ¿Todas las células de un organismo tienen idéntica secuencia de ADN?
- ¿Todas las células de un organismo expresan los mismos genes?
- ¿Dos gemelos monocigóticos tienen la misma información genética?
- ¿Los gemelos monocigóticos padecen siempre las mismas enfermedades?
- Una pregunta presentando cómo abejas reinas y obreras s son iguales genéticamente, pero al recibir una dieta diferente se desarrollan de manera diferente. El alumno tenía que elegir entre distintas opciones que implicaban mutaciones o cambio de expresión de genes.

Junto con las respuestas correctas, estas preguntas incluyeron un conjunto de opciones que revelaban una visión determinista y distractores que incluían conceptos erróneos comunes en genética. Los estudiantes realizaron la prueba inicial, un día antes de la presentación, sin haber recibido ninguna instrucción específica.

Charla

La charla educativa se diseñó en base al video Epigenetics (NovaScienceNow, 2016) y una presentación de PowerPoint. El video se reprodujo sin modificaciones, pero la información contenida en las diapositivas se ajustó al nivel (4º ESO, Bachillerato).

En la charla se introdujo la idea que los gemelos monocigóticos son genéticamente idénticos. Sin embargo, a lo largo de la vida desarrollan diferentes rasgos, y pueden padecer diferentes enfermedades, incluidas enfermedades genéticas. Esto sucede debido a la existencia de modificaciones epigenéticas, que afectan la expresión génica. A nivel molecular, estas modificaciones epigenéticas pueden ser causadas por la metilación del ADN y la acetilación de histonas.

El patrón epigenético de cada individuo puede ser modificado por su interacción con factores externos tales como nutrientes o toxinas, y puede ser heredado. Además, la charla enfatizó la importancia de la epigenética en diferentes procesos biológicos como la diferenciación celular, la aparición de algunas enfermedades y el diseño de medicamentos.

Actividad de evaluación

Para evaluar si los estudiantes fueron capaces de comprender los conceptos presentados en la charla, se les pidió leer y explicar con sus palabras este texto que resume una investigación realizada en el norte de Suecia (Kaati, Bygren, & Edvinsson, 2002).

> *El distrito Överkalix, al norte de Suecia, tiene un clima inhóspito caracterizado por inviernos largos y fríos. Durante el siglo XIX y comienzos del XX había muy pocos caminos en la región y el transporte durante el invierno estaba limitado por la nieve y el hielo. Por ello, en algunos años los habitantes de la zona sufrieron verdaderas hambrunas. En la década de 1980 algunos investigadores estudiaron el efecto de la dieta en esos habitantes y sus descendientes, centrados en tres grupos de personas: las nacidas en 1890, 1905 y 1920. Examinaron sus expectativas de vida y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y diabetes. Encontraron unos resultados sorprendentes: los individuos cuyos padres y abuelos habían sufrido escasez de alimentos durante la infancia, tenían mayor expectativa de vida que aquellos que eran hijos y nietos de habitantes que habían vivido su infancia con exceso de alimentos. ¿Puedes explicar este hecho desde el punto de vista genético?*

La actividad fue entregada inmediatamente después de la charla.

Análisis estadístico

Los resultados del test inicial se analizaron mediante un test de contingencia. Para analizar la pregunta de la aplicación, la idea de la epigenética se desglosó en conceptos simples e independientes, codificando las respuestas con un "1" cuando la idea estaba presente, y un "0" indicaba si estaba ausente.

Los datos codificados para los conceptos relevantes se ensamblaron y clasificaron en una escala de Guttman para caracterizar el conocimiento de los estudiantes individuales (Stevens, Delgado, & Krajcik, 2009). Para determinar si se trataba de una progresión ordenada, el significado de cada paso se probó utilizando la prueba McNemar 2x2. Cada estudiante fue asignado al nivel más alto alcanzado. Los niveles 1 y 2 se consideraron indispensables para comprender la idea de epigenética.

Resultados

Regulación de la expresión génica y constancia del ADN

En base a las preguntas del test inicial, aproximadamente un tercio de los estudiantes en 4º ESO y la mitad de Bachillerato conocían aspectos básicos de genética que son prerrequisitos para incorporar explicaciones que impliquen a la epigenética, como que todas las células de un organismo tienen idéntica secuencia de ADN, que existe una expresión diferencial de genes en las distintas células del individuo, y que el ambiente puede modificar la expresión genética.

Sin embargo, las opciones con componente determinista fueron la segunda opción escogida para todas las preguntas (Tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de estudiantes que escogieron cada opción, por pregunta y curso, y la probabilidad asociada (valor de p) en la comparación entre cursos (X^2). La respuesta correcta se muestra en gris oscuro y las determinísticas en gris claro.

Pregunta	4ESO				BACH				BACH vs 4ESO
	a	b	c	d	a	b	c	d	p
1	13.4	23.7	32.3	29.6	11.3	13.2	48.1	25.5	0.004
2	20.3	31.6	10.3	37.1	17.9	51.9	4.7	22.6	<0.001
3	22.3	7.6	8.9	60.5	14.2	4.7	0.9	77.4	0.001
4	4.5	37.1	52.6	3.8	3.8	30.2	61.3	1.9	0.125
5	8.2	27.1	40.2	23.4	3.8	12.3	66.0	11.3	<0.001

El porcentaje de estudiantes que respondieron la opción correcta fue significativamente mayor en los alumnos de Bachillerato que en los de la ESO, para todas las preguntas excepto la número 4. Además, la respuesta a opciones con componente determinista fue también siempre superior en los alumnos de 4º de la ESO.

Actividad de evaluación

Analizamos las respuestas de los estudiantes y extrajimos 7 conceptos unitarios relacionados con la epigenética. Además, pudimos encontrar varios conceptos erróneos comunes sobre genética, o potencialmente en conflicto con la idea de alteración del fenotipo sin cambios en el genotipo.

Los conceptos se ajustaron a una escala de Guttman, que dio como resultado la siguiente progresión (Figura 1).

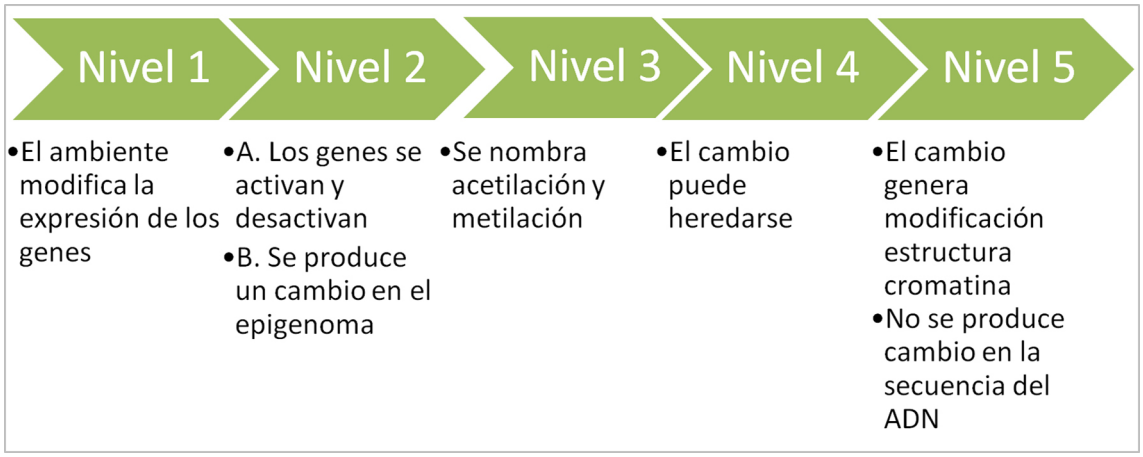


Figura 1. Progresión del conocimiento conceptual acerca de la epigenética

La mitad de los estudiantes de ESO no fueron capaces de utilizar ninguno de los conceptos presentados en la charla para explicar el escenario propuesto, situándose en el nivel 0, comparado con un 27.6% de los estudiantes de Bachillerato. Por el contrario, los estudiantes de Bachillerato

mencionaron más a menudo el mecanismo molecular implicado, la heredabilidad de las modificaciones, la modificación de la estructura de la cromatina y la inalterabilidad de la secuencia del ADN (Figura 2)

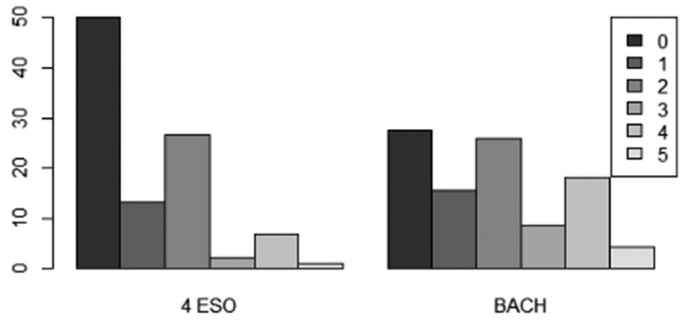


Figura 2. Porcentaje de estudiantes que alcanzan cada nivel de progresión

Simultáneamente a los conceptos relacionados con al epigenética, el 11% de los estudiantes justificaron los cambios por la generación de mutaciones y el 28.6% utilizaron el término adaptación (de individuos u organismos). En ambos casos, las dos ideas fueron más prevalentes en los estudiantes en los niveles inferiores de la progresión de conocimiento.

Discusión

Un número significativo de estudiantes fueron capaces, tras la intervención, de comprender algunas ideas claves sobre epigenética y aplicarlas a una situación real. A pesar de esto, detectamos al menos tres aspectos problemáticos para la enseñanza de esta disciplina: inconsistencias en la aplicación de sus conocimientos básicos de genética a una situación real, determinismo genético y errores en la comprensión del mecanismo de adaptación de las especies al ambiente. Como ya ha sido señalado anteriormente por otros autores, estas dificultades pueden estar causadas por el aprendizaje memorístico, la simplificación en la instrucción de la genética de la relación genotipo-fenotipo y la dificultad de conectar el mundo submicroscópico de la molécula de ADN con el nivel macro de la manifestación del fenotipo (Thörne & Gericke, 2014).

Como consecuencia de las deficiencias observadas en el conocimiento sobre genética, muchos investigadores han considerado necesario introducir cambios sustanciales tanto en los programas como en las estrategias utilizadas para enseñar la herencia biológica (Dougherty, 2009). En este caso, parece conveniente actualizar el currículo para introducir algunas nociones sobre epigenética; sin embargo, es necesario respetar ciertas recomendaciones emanadas de nuestros resultados empíricos.

Conclusiones y consideraciones finales

Los alumnos de cursos inferiores (ESO) muestran un conocimiento insuficiente sobre la constancia del ADN y la regulación de la expresión génica, a diferencia de los alumnos de Bachillerato. Estos últimos, son más capaces de incorporar conceptos relacionados con la epigenética para explicar la implicación de los factores ambientales en la configuración del fenotipo.

Tomando todo esto en cuenta, sugerimos que:

- La posibilidad de regulación de la expresión por factores externos debe abordarse explícitamente desde los niveles más bajos (4º ESO).

- Los cursos superiores (Bachillerato) podrían ser un mejor momento para introducir las características del proceso y, especialmente, los mecanismos moleculares involucrados.
- Es especialmente importante, al abordar la adaptación y la evolución biológica, no presentar mutaciones y cambios en el genoma como la única fuente de variabilidad, porque esto contribuye a reforzar la alternativa determinista.

Bibliografía

Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, *11*(2), 139–152. https://doi.org/10.5617/nordina.2042

Bowling, B. V., Acra, E. E., Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C.,… Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, *178*(1), 15–22. https://doi.org/10.1534/genetics.107.079533

Cramer, S. A., Adjei, I. M., & Labhasetwar, V. (2015). Advancements in the delivery of epigenetic drugs. *Expert Opinion on Drug Delivery*, *12*(9), 1501–1512. https://doi.org/10.1517/17425247.2015.1021678

Dougherty, M. J. (2009). Closing the Gap: Inverting the Genetics Curriculum to Ensure an Informed Public. *American Journal of Human Genetics*, *85*(1), 6–12. https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2009.05.010

Dougherty, M. J., Pleasants, C., Solow, L., Wong, A., & Zhang, H. (2011). A comprehensive analysis of high school genetics standards: Are states keeping pace with modern genetics? *CBE Life Sciences Education*, *10*(3), 318–327. https://doi.org/10.1187/cbe.10-09-0122

Kaati, G., Bygren, L. O., & Edvinsson, S. (2002). Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents' and grandparents' slow growth period. *European Journal of Human Genetics*, *10*(11), 682–688. https://doi.org/10.1038/sj.ejhg.5200859

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa., Boletín Oficial del Estado §. BOE 295, del 10 de diciembre de 2013.

NovaScienceNow. (2016). Epigenetics. Retrieved from http://www.oercommons.org/courses/epigenetics/view

Pickersgill, M., Niewöhner, J., Müller, R., Martin, P., & Cunningham-Burley, S. (2013). Mapping the new molecular landscape: social dimensions of epigenetics. *New Genetics and Society*, *32*(4), 429–447. https://doi.org/10.1080/14636778.2013.861739

Skinner, M. K. (2015). Environmental Epigenetics and a Unified Theory of the Molecular Aspects of Evolution: A Neo-Lamarckian Concept that Facilitates Neo-Darwinian Evolution. *Genome Biology and Evolution*, *7*(5), 1296–302. https://doi.org/10.1093/gbe/evv073

Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. S. (2009). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(6), 687–715. https://doi.org/10.1002/tea.20324

Thörne, K., & Gericke, N. (2014). Teaching Genetics in Secondary Classrooms: A Linguistic Analysis of Teachers' Talk About Proteins. *Research in Science Education*, *44*(1), 81–108. https://doi.org/10.1007/s11165-013-9375-9.