

# UNIVERSITAS TARRACONENSIS

**Revista de Ciències de l'Educació**  
2019 Número Monogràfic, Tarragona.

**Departament de Pedagogia**



**Editora**

Dra. Mercè Gisbert Cervera  
Universitat Rovira i Virgili

**Editora Executiva**

Dra. Mireia Usart  
Rodríguez  
Universitat Rovira i Virgili

**Editors Temàtics**

Dr. Juan Francisco Álvarez  
Herrero  
Universidad de Alicante

**Secretària**

Dra. Janaina Minelli de  
Oliveira  
Universitat Rovira i Virgili

Dra. Cristina Valls Bautista  
Universitat Rovira i Virgili

**Vocals**

Dr. José Luis Lázaro  
Cantabrana  
Universitat Rovira i Virgili

Dra. Afsaneh Sharif  
University of British Columbia

Dr. Juan Silva  
Universidad de Santiago  
de Chile

Dra. Virginia Larraz  
Universitat d'Andorra

**Equip Tècnic**

Sr. Jordi Mogas Recalde  
Departament de Pedagogia  
Universitat Rovira i Virgili

Sr. Marcos Caballé Silvestre  
Departament de Pedagogia  
Universitat Rovira i Virgili

Sra. Anna Sánchez Caballé  
Departament de Pedagogia  
Universitat Rovira i Virgili

**Consell Assessor**

Dr. Jaume Ametller Leal  
Universitat de Girona

Dra. M<sup>a</sup> Pilar Colas Bravo  
Universidad de Sevilla

Dr. Carlos Marcelo García  
Universidad de Sevilla

Dr. José Ignacio Aguaded Gómez  
Universidad de Huelva

Dr. Juan Manuel Escudero Muñoz  
Universidad de Murcia

Dr. Salomó Marqués Sureda  
Universitat de Girona

Dra. Montserrat Anton Rosera  
Universitat Autònoma de Barcelona

Dr. Manuel Fernández Cruz  
Universidad de Granada

Dra. Lourdes Montero Mesa  
Universidade de Santiago de  
Compostela

Dra. Pilar Arnaiz Sánchez  
Universidad de Murcia

Dr. Gustavo E. Fischman  
Arizona State University, Estats Units  
d'Amèrica

Dr. Daniel Niclot  
Université de Reims Champagne-  
Ardenne, França

Dr. Antonio Bartolomé Pina  
Universitat de Barcelona

Dr. Ramón Flecha Garcia  
Universidad de Barcelona

Dr. Albert Nous  
University of Pittsburgh, Estats Units  
d'Amèrica

Dr. Antonio Bolívar Botia  
Universidad de Granada

Dr. Joaquín Gairín Sallán  
Universitat Autònoma de Barcelona

Dra. Ángeles Parrilla Latas  
Universidade de Vigo

Dr. Julio Cabero Almenara  
Universidad de Sevilla

Dr. Lorenzo García Areito  
Universidad Nacional de Educación a  
Distancia

Dr. Jesús Salinas Ibáñez  
Universitat de les Illes Balears

Dra. Elena Cano Garcia  
Universitat de Barcelona

Dra. Carme García Yeste  
Universitat Rovira i Virgili

Dr. José Tejada Fernández  
Universitat Autònoma de Barcelona

Dra. Isabel Cantón Mayo  
Universidad de León

Dr. Angel Pío González-Soto  
Universitat Rovira i Virgili

Dra. Cristina Yáñez Aldecoa  
Universitat d'Andorra, Principat  
d'Andorra

Dra. Marta Capllonch Bujosa  
Universitat de Barcelona

Dra. Gabriela Grosseck  
West University of Timisoara, Romania

Dr. Miguel Zabalza Beraza  
Universidade de Santiago de  
Compostela

Dra. Ana Amelia Carvalho  
Universidade de Coimbra, Portugal

Dra. Kyung Hi Kim  
Kyungnam university, República de  
Corea

Dr. Manuel Damián Cebrián de la Serna  
Universidad de Málaga

## Revista UT està indexada a



CARHUS Plus



SGR  
Revisió de l'Avaluació  
de Publicacions



Dialnet *plus*



DULCINEA



Revistes Catalanes  
amb Accés Obert



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
Centre de Recursos per a  
l'Aprenentatge i la Investigació

## Maquetació

Sr. Marcos Caballé Silvestre

## Edita

Departament de Pedagogia  
Universitat Rovira i Virgili  
Carretera de Valls, s/n · 43007 Tarragona  
Tel. 977 55 80 77 · Fax. 977 55 80 78  
<http://www.pedagogia.urv.cat>  
A/e: ute@urv.cat

ISSN 1135-1438  
EISSN 2385-4731  
D.L.:T 168/2003

## Versió electrònica

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



|  |          |
|--|----------|
| <b>Editorial: Didáctica de las ciencias ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos?</b> Juan Francisco Álvarez Herrero, Cristina Valls Bautista | <b>5</b> |
|--|----------|

#### ARTICLES

|   |            |
|---|------------|
| <b>Why scientific practices are not included in Science lessons? What does it go unnoticed for teachers</b>   | <b>20</b>  |
| María Rut Jiménez-Liso, Ana Amat González, María Martínez-Chico, Jose Miguel Vílchez González, Rafael López-Gay Lucio-Villegas  |            |
| <b>¿Cómo podemos ayudar a los maestros en formación a analizar los libros de texto de ciencias?</b>   | <b>33</b>  |
| Francisco Javier Perales Palacios   |            |
| <b>Conceptos e infraestructuras didácticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en Educación Infantil: análisis de la situación en Asturias</b> | <b>43</b>  |
| Ana Maria Segura, Antonio Torralba-Burrial  |            |
| <b>Uso de TIC en la Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Experiencia de un grupo especializado en innovación educativa</b>             | <b>61</b>  |
| Maria Arritokieta Ortuzar Irigorri, Amaia Menéndez Ruiz, Aitziber Iriondo Hernández, Ana de Luis Álvarez, Maite de Blas Martín, Blanca María Caballero Iglesias         |            |
| <b>Concepciones de los docentes sobre el tratamiento de las competencias a través de los videojuegos en el aula de ciencias</b>   | <b>71</b>  |
| Antonio Alejandro Lorca Marín, José María Cuenca López, Bartolomé Vázquez Bernal, Emilio José Delgado Algarra   |            |
| <b>¿Cómo estamos formando a las futuras maestras para enseñar ciencias en el grado de educación infantil?</b>   | <b>88</b>  |
| Antonio de Pro Bueno, Carlos de Pro Chereguini, José Cantó Doménech   |            |
| <b>Caminando entre dinosaurios: lo que saben sobre paleontología los futuros maestros de educación infantil</b>   | <b>100</b> |
| José Cantó Doménech, Carlos de Pro Chereguini   |            |
| <b>Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física introductoria</b>  | <b>109</b> |
| Jenaro Guisasola, Kristina Zuza, Jaume Ametller, José Gutierrez-Berraondo   |            |
| <b>Tejiendo redes desde la universidad al aula: creación de recursos didácticos para trabajar las Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil</b>                   | <b>123</b> |
| Ester Mateo González, Belén Dieste Gracia, Daniel García Goncet   |            |
| <b>“No va amb mi” La influència del disseny d’activitats STEM sobre el posicionament de l’alumnat en aquest àmbit</b>   | <b>133</b> |
| Carme Grimalt-Álvaro, Digna Couso Lagarón   |            |
| <b>Argumentación científica escolar: una propuesta para la defensa del medio ambiente</b>   | <b>145</b> |
| Adriana Patricia Gallego-Torres, Adriana Valenzuela González, Vladimir Ballesteros Ballesteros  |            |

#### ESPAI D'ANÀLISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias</b> | <b>155</b> |
| Jordi Domènech Casal  |            |

## Editorial

### Didáctica de las ciencias, ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos?

Juan Francisco Álvarez Herrero , Cristina Valls Bautista  (Editores Temáticos)

#### 1.- Introducción

La didáctica de las ciencias se considera una materia interdisciplinar ya que presenta competencias tanto en el área de las ciencias y de la historia de las ciencias como en el de la pedagogía y la psicología. Esta interdisciplinariedad hace que para los docentes de la didáctica de las ciencias no sea suficiente con tener una buena formación científica. Además de una buena formación en ciencias, en contenidos científicos y con otros provenientes de la filosofía y de la historia de las ciencias, es necesario que estén familiarizados con aquellos recursos, estrategias y habilidades que permitan la eficacia de los procesos de enseñanza-aprendizaje del alumnado, formación que proviene de la psicología y la pedagogía. Algunos autores creen que para desarrollar la didáctica de las ciencias es necesario que los docentes integren el conocimiento sobre el contenido con el conocimiento pedagógico (Duit, 2007).

A pesar de ello, en nuestro país, desde antiguo y también en la actualidad, se viene tratando la didáctica de las ciencias como una transferencia de los contenidos científicos de cada una de las áreas que conforman las ciencias (física, química, biología, matemáticas...), de forma separada y de manera totalmente descontextualizada con los problemas de la sociedad actual.

A pesar de todo este tiempo, la didáctica de las ciencias en España sigue atascada en estos problemas y otros temas recurrentes (Perales, 2018), que lejos de permitirle avanzar y evolucionar a mejor, han hecho que tenga un retroceso respecto a otras áreas y didácticas.

#### 2.- El eterno problema

Las ciencias se siguen viendo como materias aburridas, difíciles, sin sentido y no aptas para todos. Se siguen presentando y enseñando de manera muy teórica con el uso de metodologías pasivas, poco contextualizada y con pocas prácticas de laboratorio (Furió, 2005). En consecuencia, a lo largo de la enseñanza obligatoria, más que ir ganando adeptos, estos se van perdiendo a medida que la complejidad del temario aumenta. Diversos estudios (Gibson & Chase, 2002; Tai et al., 2006; Martin et al., 2007) corroboran el declive de la satisfacción y la usabilidad hacia las ciencias en la etapa de secundaria. Ya no se fomenta la curiosidad ni el interés por las mismas, lo que se transforma en una disminución de los estudiantes que escogen carreras científicas. Los estudiantes describen el aprendizaje de las ciencias como un aprendizaje sin sentido, repetitivo, en que los contenidos no se les presentan conectados con los problemas del mundo real y por lo tanto lo perciben como un aprendizaje banal (Monks, 2010).

Algunas de las investigaciones de estos últimos años, (Guisasola, Barragués & Garmendia, 2013; Harlen, 2007; Jiménez, 2003), insisten en describir y analizar el problema, aunque son muy pocas las que plantean soluciones y propuestas que permitan afrontar el problema con garantías.

Se sigue viendo a la persona científica como hombre, de mediana o avanzada edad, con gafas, pelo revuelto o desaliñado, y cara de "malo". Esa imagen estereotipada, muchas veces está provocada por la influencia de los medios, de los dibujos animados, las series y películas. Lejos de abandonarla, parece

que sigue muy arraigada entre el alumnado de todas las edades (Álvarez, 2019). Si bien poco a poco se están consiguiendo algunos cambios en la actitud y en la imagen que se tiene de y hacia la ciencia y de los/las científicos/as, queda mucho camino por recorrer, y los investigadores en pocas ocasiones saben o proponen cómo afrontarlo (Caamaño & Martins, 2005; Harlen, 2007). Este estereotipo influye en el hecho de que las chicas eviten escoger las carreras conocidas como STEM (de las siglas del inglés Science-Technology-Engineering-Mathematics), en particular los grados relacionados con ingeniería y tecnología y que escojan mayoritariamente en su lugar grados no relacionados con el ámbito STEM (Mateos-Sillero & Gómez-Hernández, 2019; Sáinz et al., 2017).

Se sigue hablando, y mucho, de:

- las malas concepciones que tiene el alumnado en todas las etapas educativas sobre las ciencias o incluso del mismo profesorado bien en formación o en activo (Abril, Romero, Quesada & García, 2013; Ezquerro, Hamed & del Pozo, 2017; García-Carmona, Alonso & Mas, 2011; Lorenzo, Farré & Rossi, 2018; Martínez, López-Gay & Jiménez, 2014; Pedrajas & López, 2016; Rivero, Solís, Porlán, Azcárate & Martín, 2017)
- de la falta de preparación del profesorado de todas las etapas educativas ya que, como se ha comentado anteriormente, los docentes de la didáctica de las ciencias deben poseer, por un lado, conocimiento sobre el contenido (temario) y, por el otro, conocimiento pedagógico (metodologías enseñanza-aprendizaje) (Cantó, de Pro & Solbes, 2016; Greca, Meneses & Diez, 2017; Guisasola & Morentin, 2007; Vilanova, García, Chaparro & Natal, 2016)
- de los recursos utilizados en las aulas de ciencias, libros de texto (que potencian metodologías centradas en el docente y de tipo memorístico) e infraestructuras deficitarias (falta de espacios para la realización de experimentos, falta de dispositivos electrónicos, huertos...) para su enseñanza-aprendizaje (Martínez, López-Gay, Jiménez & Acher, 2014; Martins & Brigas, 2005; Quevedo-Blasco, Ariza & Buela-Casal, 2015).

Y el problema, como ya hemos comentado, sigue estando ahí. Posiblemente la solución no sea rápida ni sencilla y precise de la cooperación de administraciones, centros educativos de todos los niveles, profesionales educativos en activo y evidentemente de la sociedad. Y cualquier paso, por pequeño que sea, en esta dirección, será bienvenido.

Otra cuestión que no ayuda en todo esto han sido los constantes cambios de leyes educativas, que lejos de beneficiar, han perjudicado enormemente cualquier iniciativa de cambio o movimiento a favor de un mejor aprendizaje y valoración de las ciencias por parte del alumnado.

Si analizamos en los últimos años donde se han focalizado los esfuerzos de las investigaciones y estudios realizados dentro del ámbito de la didáctica de las ciencias, podemos clasificar todo ello en estos cinco ámbitos:

## **2.1.- Niveles educativos**

La mayoría de los estudios recientes en didáctica de las ciencias están centrados en la Educación Infantil y más concretamente en la formación de los/las futuros/as docentes de dicha etapa educativa. Son investigaciones acerca de cómo los docentes, que serán los responsables de generar los cimientos de las nuevas generaciones, se interesan o valoran las Ciencias, así como de las estrategias que llevarán a cabo para desarrollar el currículo de ciencias en las aulas (Cantó, de Pro & Solbes, 2016; Cantó, de Pro & Solbes, 2017; Eugenio, 2017; Fernández & Bravo, 2015; Gómez-Motilla & Ruiz-Gallardo, 2016).

Metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje como el trabajo por rincones, las secuencias problematizadas para trabajar todo tipo de contenidos, el aprendizaje basado en proyectos, etc., son las

más recurrentes en la investigación en Educación Infantil. Y entre las temáticas más aplicadas en el aula, destacan: el huerto escolar, los temas relacionados con la salud y con la educación.

Ello no implica que no se estén dando pasos en otros niveles educativos, pues no podemos olvidar que, aunque se trabaje desde muy pronto el aprendizaje de las ciencias usando metodologías activas que promuevan el interés de los estudiantes hacia la ciencia, si en las siguientes etapas educativas no se mantiene este interés, puede desaparecer. Así, también hay que prestar atención en promover y gestionar buenos y eficaces aprendizajes de las ciencias en Primaria (González, Cuetos & Serna, 2015; Rivero, Martín del Pozo, Solís & Porlán, 2017; Vílchez, 2014), en Secundaria (Moreno & Calvo, 2017; Pérez, Eff-Darwich & Correa, 2017) y por supuesto también en la Universidad (Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016; Rodríguez & Martínez, 2016).

En Educación Infantil es relativamente fácil mantener a los estudiantes interesados por todo aquello relacionado con las ciencias. En estas edades los niños son curiosos y los temas sobre ciencias en general y los relacionados con la naturaleza en particular, les suelen interesar mucho. Es por tanto una buena oportunidad para que los docentes puedan aprovechar dicho interés en estas temáticas y así desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje que potencien el acercamiento de las áreas STEM a los niños/as. Si el objetivo es que el interés por las ciencias o por las áreas STEM no decaiga, será necesario mantener y promover estrategias de enseñanza-aprendizaje que potencien el acercamiento de las áreas STEM a lo largo de toda la Educación Primaria (González, Cuetos & Serna, 2015; Rivero, Martín del Pozo, Solís & Porlán, 2017; Vílchez, 2014) y sobre todo durante la Educación Secundaria (Moreno & Calvo, 2017; Pérez, Eff-Darwich & Correa, 2017) que es cuando los estudiantes definen sus intereses hacia las carreras STEM o no-STEM. También en la Universidad encontramos estudios que aplican metodologías que se desmarcan de la sesión magistral llevada a cabo por el docente (Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016; Rodríguez & Martínez, 2016).

## **2.2.- Diferentes enfoques en la didáctica de las Ciencias**

### **STEM**

En 1990, la National Science Foundation (NSF) empezó a usar la terminología STEM (de las siglas del inglés Science-Technology-Engineering-Mathematics) (Sanders, 2008). ¿Pero qué se entiende por STEM? ¿Qué significa la educación STEM? La concepción actual de educación STEM se refiere a la decidida integración de varias disciplinas para la resolución de problemas reales (Breiner, 2012). La perspectiva de la educación STEM pretende integrar como una entidad cohesionada las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para la resolución de problemas reales. De manera que la educación STEM permite que los estudiantes de todos los niveles educativos desarrollen las competencias necesarias para adaptarse al rápido avance tecnológico de la sociedad (Breiner, 2012). Para, ello será necesario formar a los futuros docentes en la educación STEM ya que tradicionalmente las ciencias se han compartimentado y cada una ha generado su propia parcela. Posiblemente en niveles educativos de Secundaria sea necesaria la implicación de más de un docente para poder abordar la educación STEM de manera efectiva y real en las aulas. Por tanto, en este sentido queda todavía mucho trabajo por hacer.

### **Actividades prácticas en el laboratorio**

El uso de los laboratorios en la docencia de las ciencias ha ido disminuyendo en los últimos años. Por motivos muy diversos: por masificación de los grupos clase, por falta de recursos (económicos o bien materiales), por falta de tiempo por parte del docente en la preparación de dichas actividades, etc... Sin embargo, el uso de actividades prácticas en la enseñanza de las ciencias es una herramienta muy potente desde el punto de vista educativo. Las prácticas de laboratorio permiten el aprendizaje significativo siempre cuando los estudiantes tengan la oportunidad de manipular materiales y equipos en un ambiente adecuado para construir el conocimiento científico relacionado con el fenómeno objetivo de

estudio. Las actividades prácticas son una parte fundamental de la didáctica de las ciencias ya que por un lado acercan el trabajo de los científicos a los estudiantes y les ayudan a entender la ciencia, a apreciarla, a tomar consciencia sobre que la ciencia se basa en evidencias y a adquirir habilidades manuales sobre cómo trabajar en el laboratorio y cómo manejar los aparatos y los materiales de laboratorio (Abrahams & Millar 2008).

## **Género**

Se hace patente que cada vez más surge una preocupación necesaria sobre la poca repercusión que la ciencia, los estudios en ciencias y las profesiones y oficios relacionados con la ciencia, tienen entre las mujeres. También es preocupante la poca visibilidad que se da a las mujeres dedicadas a la ciencia y que los ejemplos de éxito profesional en el ámbito científico-tecnológico suelen ser masculinos. Y por todo ello son objeto de preocupación y generan un cúmulo de investigaciones y estudios al respecto (Esteve, 2017; Pérez & de Pro, 2018; Reinoso, 2017).

Numerosos estudios en Europa y España afirman que las chicas eluden escoger carreras STEM, y concretamente los estudios relacionados con la ingeniería y la informática, de manera que escogen estudios no-STEM con mayor frecuencia que los chicos o bien estudios STEM menos tecnológicos como las carreras sanitarias (Medicina, Enfermería, Biología, Farmacia...) (Mateos-Sillero, & Gómez-Hernández, 2019; Sáinz et al., 2017). Esto se traduce en un considerable desequilibrio entre el número de chicas y chicos estudiantes de carreras STEM y de profesionales, en particular en los estudios de ingeniería y tecnología a pesar de que son ellas las que suelen obtener mejores calificaciones en dichas áreas (Stoet, & Geary, 2018; European Schoolnet, 2018).

Se ha observado que, si en edades tempranas en las escuelas se llevan a cabo experiencias científicas motivadoras, estas tienen un impacto positivo sobre los estudiantes potenciando que escojan asignaturas de ciencias y matemáticas en cursos de Educación Secundaria y Educación Superior. Las diferencias de género con respecto a la autopercepción se hacen prominentes en una etapa temprana de la educación primaria; alrededor de los 6-7 años, los estereotipos obstaculizan la autopercepción de las niñas sobre sus habilidades, aunque las niñas tienen un rendimiento similar o superior al de los niños (Bian et al., 2017). En la educación secundaria, la mayoría de los estudios apuntan a las habilidades electrónicas como un aspecto clave para que las chicas elijan entre asignaturas STEM y no STEM (Indicadores de la OCDE, 2017). Finalmente, en la educación superior, la brecha digital de género se amplía, y el factor de género es más importante que otros aspectos como los socioeconómicos o étnicos. En toda Europa, los países están aplicando estrategias e iniciativas para aumentar la popularidad de los estudios y carreras STEM (European Schoolnet, 2018).

## **La robótica educativa**

La robótica, actualmente, ésta presente en el día a día de muchos niños y niñas. Ofrece un formato atractivo para ellos y muchos muestran una destreza inimaginable hace unos años, sobre todo los más pequeños. Esta herramienta ha demostrado tener muchas ventajas en el proceso de aprendizaje i, per tanto, sería interesante introducirla en el currículo de los de todos los niveles educativos.

La robótica aplicada en el proceso de aprendizaje de educación Primària y Secundaria se ha observado que potencia el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, las capacidades lógicas y espaciales, así como la mejora de la atención y de la concentración. La robótica educativa aplicada a la educación infantil es una herramienta que facilita la adquisición de conocimiento por parte de los niños de manera lúdica y basándose en los principios de interactividad, interrelaciones sociales, el juego colaborativo, a través de un enfoque didáctico centrado en el alumno y que fomenta la creatividad, la imaginación, el lenguaje, la comunicación y las matemáticas (da Silva Filgueira, & González González, 2017). En los primeros niveles de la educación infantil no es posible trabajar la programación en sí misma, pero los robots pueden ser utilizados como herramientas para el desarrollo de las habilidades

necesarias para la sociedad actual como son: a) el pensamiento computacional, que ayuda a la resolución de problemas y según Espino, Soledad y Gonzalez (2015) esta competencia es muy importante empezarla a trabajar desde la primera infancia ya que resulta esencial para la sociedad actual, b) el pensamiento espacial que permite que los niños adquieran conceptos de espacio y tiempo, c) el pensamiento creativo a partir del planteamiento de retos y problemas se fomenta la creatividad y la imaginación. En el currículum de Primaria del Departament d'Ensenyament (2015) se recoge esta transformación, que incluye la robótica como un contenido más en el área de tecnología y sitúa la programación y la robótica educativa como contextos en los que trabajar, por ejemplo, la resolución de problemas de la competencia matemática (Simarro et al., 2016). Por tanto, la robótica aplicada al proceso educativo permite desarrollar habilidades y crear un entorno atractivo en el aula, que favorecerá el aprendizaje significativo de conceptos teóricos, a la vez que los niños realicen actividades dinámicas y divertidas (INTEF, 2018).

### **Otros enfoques**

Otros temas que también preocupan y centran el interés de los/las investigadores/as en didáctica de las ciencias son muchas veces temas de rabiosa actualidad como la biodiversidad (Salvador, Pastrana & Prieto, 2019), el cambio climático (Boronat-Gil, Gómez-Tena & López-Pérez, 2018; Sanchís, Solaz & Sanjosé, 2018), o incluso la búsqueda de una educación más contextualizada (Parga-Lozano & Piñeros-Carranza, 2018; Ruiz, 2018), una educación que dé respuesta a los intereses del alumnado y a los temas relacionados su entorno más inmediato.

Concienciar tanto al alumnado como al profesorado de ciencias (el profesorado en formación y el profesorado en ejercicio) en cuestiones tan preocupantes en nuestros días como la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático o el que la educación cada día más necesita ser y estar contextualizada en contextos y realidades cercanas a nuestro alumnado, favorece una mejora en el interés y la motivación por aprender ciencias, así como amarlas y valorarlas. En este sentido, se trata de temas que lejos de ser secundarios, se plantean como necesarios en nuestros días, y precisamente de una buena didáctica de las ciencias depende en gran medida que sean tomados en serio.

Como docentes de ciencias también tenemos la responsabilidad no solo de educar y formar a las nuevas generaciones sino de formar personas responsables y sensibilizadas con los problemas medioambientales que nos afectan actualmente y más concretamente con aquellos que nos quedan más cerca. Debemos tratar temas tan presentes como el cambio climático y sus consecuencias, o la pérdida de biodiversidad y como desde pequeñas acciones diarias podemos contribuir a minimizar todo ello y procurar un mundo mejor para las nuevas generaciones...

En general los nuevos enfoques comparten la idea de estar menos centrados en los contenidos y más en las metodologías y en el alumnado como protagonista activo del aprendizaje, así como de trabajar de manera contextualizada y mucho más transversal. Las nuevas tendencias en educación también promueven el aprendizaje cooperativo y competitivo con la finalidad de conseguir un aprendizaje significativo, motivar a los alumnos y promover valores como el respeto o las capacidades de liderazgo. Se ha comprobado que con la aplicación de este tipo de metodologías se consigue mejorar el grado de satisfacción y el rendimiento académico (De Miguel, Tomé, Crepo, Siota & Villa, 2009).

### **2.3.- Metodologías**

Las metodologías aplicadas en la didáctica de las ciencias promueven un aprendizaje menos centrado en los contenidos y más en su contextualización y con en el alumnado, como protagonista activo del aprendizaje. El objetivo de las nuevas metodologías es focalizar el aprendizaje en el alumno y que sea él quien construya los nuevos conocimientos que está adquiriendo sobre los que ya posee. Se dan diferentes corrientes en este sentido:

## **Aprendizaje basado en la indagación**

La indagación es un término usado en educación, pero también en nuestra vida diaria y se refiere a la búsqueda de explicaciones a través de la formulación de preguntas. La indagación científica es aquella que conduce a conocer y entender como es y cómo funciona el mundo mediante la recogida de datos y evidencias para respaldar las explicaciones de fenómenos y hechos (Harlen, 2013). En otras palabras, la indagación científica es la manera como trabajan los científicos para entender el funcionamiento del mundo natural. La indagación científica es considerada el eje principal para investigar fenómenos, adquirir nuevos conocimientos o para corregir e integrar los conocimientos previos (Abrahams & Millar 2008).

El "National Science Educations Standards" (National Research Council 1996, 2012) incide en que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias debería estar centrado en desarrollar la competencia científica y no solo al aprendizaje de hechos y conceptos. El aprendizaje basado en la indagación es una estrategia pedagógica basada en el proceso de indagación científico como metodología de enseñanza-aprendizaje (Bybee, 2004).

En este sentido la indagación es una pedagogía centrada en el alumno que potencia el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, mejora tanto el conocimiento científico de los estudiantes como la actitud hacia la ciencia y desarrolla el entendimiento de la naturaleza de las ciencias (Lunetta et al., 2007; Rönnebeck, Bernholt & Ropohl, 2016).

En los modelos de indagación guiada el docente conduce a los estudiantes a través de experimentos y actúa como líder (DiBisase & McDonald, 2015). Una vez los alumnos se han familiarizado con dicho modelo el docente puede ir retirando paulatinamente el soporte hasta que los estudiantes lleguen a ser autónomos en su desarrollo. Las actividades o experimentos desarrollados a través de la indagación desarrollan y potencian habilidades y competencias tales como: proponer cuestiones científicas, formular hipótesis, diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas, desarrollar y argumentar explicaciones científicas (Pedaste et al., 2015). En nuestro país se están dando algunas experiencias en esta forma de enseñar y aprender las ciencias (Aguilera, Martin, Valdivia, Ruiz, Williams, Vílchez & Perales, 2018).

### **Secuencias didácticas: problematizadas y rediseñadas.**

El uso de secuencias didácticas en las que se plantea al alumnado una serie de cuestiones o problemas que deben ir resolviendo y planteándose, permite diseñar una nueva forma de aprender ciencias donde es el alumnado quien, guiado por el profesorado, va construyendo su propio aprendizaje. Unas veces, la solución de una pregunta o problema lleva asociada que se formule o se incite a plantearse nuevas preguntas, de manera que se va estableciendo una secuencia de preguntas donde una lleva a la otra (Leach, Ametller & Scott, 2010).

Estas secuencias problematizadas se están llevando a la práctica en todas las etapas o niveles educativos, desde primaria hasta la universidad (Tomatis & Ortiz, 2014) y plantea diferentes variantes. Una de las variantes más en boga en la actualidad, es aquella que plantea un rediseño de la secuencia tras su realización por parte del alumnado, donde es el profesorado quien realiza este rediseño y de esta forma bien sometiendo al mismo alumnado del primer diseño como a alumnado nuevo, se consigue una mejora en el aprendizaje de los contenidos trabajados de esta manera (Guisasola, 2005; Gutiérrez, Zuza, Zavala & Guisasola, 2018).

### **Aprendizaje Basado en Proyectos**

En el aprendizaje basado en proyectos se pide a los estudiantes la creación de un producto final. Para conseguir dicho objetivo deben identificar su mercado, investigar la temática, crear un plan para la

gestión del proyecto y diseñar y elaborar el producto final deseado. Deberán iniciar el proyecto solucionando diferentes problemas, para crear su producto final.

Para llevar a cabo dicha metodología los docentes necesitarán crear espacios para el aprendizaje, dar acceso a la información, dar soporte a la enseñanza a través de la instrucción, guiar a los estudiantes, animarlos a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, respetar los esfuerzos grupales e individuales, verificar el progreso, diagnosticar posibles problemas durante el desarrollo del proyecto, dar retroalimentación y evaluar los resultados generales. Además, los docentes deberán crear un ambiente conductivo, con el objetivo de fomentar la indagación y para asegurarse que el trabajo se realiza de manera eficiente, pero a su vez deberán dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad en su proceso de aprendizaje.

El aprendizaje basado en proyectos permite que los alumnos obtengan soluciones a problemas no triviales. Potencia que los alumnos generen y optimicen preguntas, debatan ideas, realicen predicciones, diseñen planes y experimentos, recolecten y analicen datos, elaboren conclusiones, comuniquen resultados, e incluso reformulen nuevas preguntas para poder mejorar sus productos (Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano, & Luna-Cortés, 2010).

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología transversal desde el punto de vista que es aplicable a cualquier asignatura incluso es una buena metodología para utilizar en la aplicación del STEM, o bien la introducción de las TIC en el aula. Pero además es una metodología que puede ser aplicada desde educación infantil pasando por educación primaria (Hermosín-Mojeda, Gómez-Hurtado & Prieto-Medel, 2017) y secundaria (Doménech, 2019) hasta asignaturas de grados universitarios con resultados más que satisfactorios (Martí, Heydrich, Rojas & Hernández, 2010; Toledo Morales & Sánchez García, 2018).

Son incipientes las investigaciones que están basadas en principios más prácticos y menos teóricos, más activos. Y aunque de momento son pocas, todo hace presagiar que cada vez más, vamos a encontrar la didáctica de las ciencias asociada a metodologías como la gamificación (de Soto, 2018; Quintanal, 2016), al flipped classroom (Manresa, 2018; Salgado, 2017), el visual thinking (Solaz-Portolés, Rodríguez, Gómez & Sanjosé, 2010), etc.

## **2.4.- Evaluación**

En 1993 ya apuntaba Gil en Gil y de Guzmán (1993) la necesidad de innovaciones en la forma de evaluar las ciencias. Una necesidad a la que se está obligado si se realizan cambios en la metodología o en la forma de enseñar y aprender las ciencias. Se propone una evaluación que sirva para aprender, con una función reguladora y con nuevos instrumentos de evaluación más objetivos (Vílchez & Perales, 2018) y que sean medios para alcanzar los objetivos propuestos, y no protagonistas de un proceso formativo y continuo como es la evaluación (Sanmartí, 2007). En definitiva, se trata de conseguir que el alumnado esté más pendiente y preocupado por aprender que por las calificaciones que pueda obtener en las áreas de ciencias (Sanmartí, 2019). Una evaluación que, para cada momento, para cada propósito u objetivo que nos marquemos, requerirá de unos instrumentos variados, como ya hemos comentado, y que antepondrá el aprendizaje del alumnado por delante de castigar aquello que no se sabe o no se memoriza. Se debe presentar la evaluación como herramienta formativa que los estudiantes la vean como un instrumento que les permita saber en qué punto están y cuanto les falta para poder conseguir los objetivos planteados por el docente. Es necesario eliminar la visión penalizadora que ha tenido hasta este momento la evaluación y debe convertirse en una herramienta que empodere al estudiante para que se sepa autorregularse y poder lograr las metas u objetivos que se le planteen en cada área y en cada nivel educativo (Cornejo, Vidal & Ruay, 2015).

Actualmente, está tomando mucha importancia la técnica de evaluación 360°, también llamada "feedback 360°", "evaluación de evaluadores múltiples" o "retroacción de múltiples fuentes". La

evaluación 360° consiste en hacer tres correcciones independientes de una misma prueba y triangular las calificaciones para garantizar la fiabilidad del resultado. El profesor hace la corrección tradicional (heteroevaluación), los alumnos corrigen su propia prueba (autoevaluación) y la de otro compañero anónimo (coevaluación). Todas las correcciones se realizan con la ayuda de indicadores objetivos (como por ejemplo rúbricas) para asegurar la calidad de la revisión (Beehr, Ivanitskaya, Hansen, Erofeev & Gudanowski, 2001; Esteve & Mogas, 2019; Galán, Ramírez & Jaime, 2010; Wilkerson, Manatt, Rogers & Maughan, 2000). El modelo de evaluación propuesto enfatiza la importancia de que la evaluación sea realizada por todos los agentes involucrados con el objetivo de triangular la información, mejorar y orientar la autopercepción del desempeño, así como propiciar la mejora continua del proceso de aprendizaje (Galán, Ramírez & Jaime, 2010).

Es momento de hacer de la evaluación algo positivo y no algo punitivo como ha venido siendo hasta ahora, donde destaque lo que el alumnado sabe por encima de lo que no sabe.

## **2.5.- Nuevos retos**

Sigue habiendo mucha carencia de estudios e investigaciones en las que las Ciencias y las TIC confluyan para la mejora del aprendizaje. En boca de todos está que las TIC ayudan a un mejor aprendizaje del alumnado, pero son pocas las experiencias que se llevan a cabo o que se describen en estudios e investigaciones y todo ello es debido a que los/las docentes siguen recurriendo a la solución fácil, a dar la clase como toda la vida, tradicional, sin tampoco hacer concesiones a realizar pequeñas experiencias o prácticas de laboratorio. Argumentan, en ambos casos, con las TIC y con el uso del laboratorio: una falta de recursos, un elevado número de alumnado por clase (difícil de manejar en ambas situaciones), una falta de formación, etc. (Arteaga, Armada & Del Sol, 2016; Oliva, 2010).

Se debería conseguir el optimizar las clases, para que lejos de incidir persistentemente en los contenidos, se insista en la comprensión de estos, una comprensión que venga construida desde la práctica, desde la acción. Cuando una persona se pasa por las manos aquello que está aprendiendo, queda mucho más y mejor, dado que no es algo adquirido, sino aprendido. No se trata de bajar el nivel, ni tampoco de vender las ciencias con chistes o grandes explosiones o espectáculos. Se trata de fomentar la curiosidad, la indagación, de contextualizar lo que se trata, de llevarlo al terreno del alumnado que es quien realmente lo está viviendo y a la vez, aprendiendo.

Y por último, estaría muy bien abrir nuevos caminos que den cabida a las metodologías activas, nuevas o emergentes, y sin menospreciar aquellas que ya utilizamos y que nos dan resultados positivos. Pero en todas aquellas en las que podemos mejorar, hay que investigar, probar otras alternativas, sin miedo al fracaso (pues del error es cuando más se aprende).

## **3.- Conclusiones**

Algunos autores como Homer Lane (1875-1925), Dewey (1870-1952) and Montessori (1870-1952), basados en las ideas de otros como Rousseau (1712-1778), Pestalozzi (1746-1827), y Froebel (1782-1852) estaban convencidos que en la educación en general era importante respetar la curiosidad, la imaginación de los niños y la necesidad de preguntar. Creemos que son tres aspectos fundamentales en los procesos de enseñanza y aprendizaje por lo tanto ningún docente deberíamos olvidarlos, independientemente del área de enseñanza y del nivel educativo.

Además, es interesante tener en cuenta la puntualización que hace la OECD: "Los estudiantes en la escuela no deben aprender todo aquello que necesitaran en su vida adulta. Ellos deberán adquirir los prerrequisitos para un aprendizaje exitoso a lo largo de la vida. Estos prerrequisitos son de naturaleza cognitiva y emocional. Los estudiantes deberán ser capaces de organizarse y regular su propio

aprendizaje, aprender de manera independiente y en grupo y superar las dificultades que se encontrarán en los procesos de aprendizaje. Todo esto requiere que sea conscientes de sus propios procesos de pensamiento y de sus métodos y estrategias de aprendizaje" (OECD, 2000, p. 90).

Para lograr los objetivos que marca la OECD será sin duda necesario implementar en la totalidad de los niveles educativos metodologías o estrategias de aprendizaje-enseñanza centradas en el alumno que le permitan desarrollar la autonomía necesaria en los procesos de aprendizaje para que puede seguir aprendiendo y resolviendo problemas una vez se encuentre fuera del sistema educativo.

Para generar vocaciones científicas y para que las ciencias no sean esa asignatura aburrida y sin sentido, es necesario que los docentes de ciencias de cualquier nivel educativo apliquen en el aula nuevas estrategias y metodologías de enseñanza-aprendizaje centradas en el alumno para generar motivación, curiosidad e interés por las ciencias. Además, es importante que procuren mostrar la relación directa que existe entre la teoría que se enseña y la realidad en la cual es aplicable y a la vez dicha teoría debe ser contextualizada para que el alumnado le pueda dar sentido a aquello que está aprendiendo, interiorizándolo y asimilándolo en su estructura cognitiva dando lugar a un aprendizaje significativo y por tanto duradero. De esta manera estaremos enseñando contenido, pero también estaremos enseñando a aprender a aprender, que es lo que hará a nuestros alumnos competentes en un momento de cambios y transformaciones constates como el que vivimos.

De modo que, trabajando desde diferentes enfoques las ciencias, en todas las etapas educativas y con la mirada puesta en hacerlo con metodologías que resulten lo más propicias para la mejora del aprendizaje de nuestro alumnado, así como para conseguir una mayor estima y valoración hacia las ciencias; sin olvidar que a la hora de evaluar hay que hacerlo de una forma constructiva y auténtica. Con todo ello conseguiremos dar pasos hacia una didáctica de las ciencias que realmente se preocupe por formar ciudadanos autónomos, críticos y competentes científicamente para el día de mañana.

## Referencias bibliográficas

Abrahams, I. & Millar, R. (2008). "Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science". *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.

Abril Gallego, A. M., Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A. & García, F. J. (2013). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 11(1), pp-22.

Aguilera, D., Martín, T., Valdivia, V., Ruiz, Á., Williams, L., Vílchez, J. M. & Perales, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.

Álvarez Herrero, J.F. (2019). Dibujando un científico: estereotipos y género de la ciencia en alumnado universitario y de educación secundaria. En Membiela, P., Cebreriros, M.I. & Vidal, M. (Eds.), *Nuevos retos en la enseñanza de las ciencias*, 103, 623-628. Barbadás (Orense): Educación Editora.

Arteaga Valdés, E., Armada Arteaga, L. & Del Sol Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176.

Bian et al., (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355, 389-391.

Beehr, T. A., Ivanitskaya, L., Hansen, C. P., Erofeev, D. & Gudanowski, D. M. (2001). Evaluation of 360-degree feedback ratings: Relationships with each other and with performance and selection predictors. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 22(7), 775-788.

Boronat-Gil, R., Gómez-Tena, M. & López-Pérez, J. P. (2018). Diseño experimental de un sumidero de CO<sub>2</sub> 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), 120201-120210.

Bybee, R.W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. En Flick, L.B. & Lederman, N.G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp.1-14). Netherlands: Kluwer academic publishers.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

Caamaño, A. & Martins, I. (2005). Repensar los modelos de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado para mejorar la enseñanza de las ciencias en las aulas desde una perspectiva CTS. *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia–Tecnología–Sociedad en los inicios del siglo*, 21(7), 49-56.

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: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 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.

Child, D. (2007). *Psychology and the teacher* (8th ed.). London: The Cromwell Press.

Cornejo, C., Vidal, R, & Ruay, R. (2015). Tensiones entre una evaluación centrada en los resultados a una evaluación autentica de los aprendizajes. *Convergencia Educativa*, 5, 19-30.

da Silva Filgueira, M. G., & González González, C. S. (2017). *Pequebot: Propuesta de un sistema ludificado de robótica educativa para la educación infantil*.

De Miguel T., Tomé S., Crespo P., Siota, L. & Villa T.G. (2009). Aplicación de la Técnica de Aprendizaje Cooperativo Puzzle de Aronson a las Prácticas de Microbiología. *Revista Edusfarm: Educación superior en Farmacia* 5, 1-10. Recuperado de [www.publicacions.ub.es/revistes/edusfarm5/documentos/630.pdf](http://www.publicacions.ub.es/revistes/edusfarm5/documentos/630.pdf) doi:10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x

de Soto García, I. S. (2018). Herramientas de gamificación para el aprendizaje de ciencias de la tierra. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 65, 29-39 (393). doi: 10.21556/edutec.2018.65.1143

DiBiase, W. & McDonald, J. R. (2015). Science teacher attitudes toward inquiry-based teaching and learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 88(2), 29-38.

Domènech, J. (2019). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics I Controvèrsies. 28 propostes I reflexions per ensenyar Ciències*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.

Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1).

European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. Scientix Observatory Report.

Espino, E. E. E., Soledad, C. & González, C. S. G. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia*, 46(12). doi: 10.6018/red/46/12

Esteve, A. R. (2017). ¿Qué estudios universitarios de ciencia y tecnología prefieren las mujeres? *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 5585-5591.

Esteve, V. & Mogas, J. (2019). El sistema de evaluación 360° para aprender a evaluar: estudio de caso en educación superior. En Roig-Vila, Rosabel (ed.). *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas*. Barcelona: Octaedro.

Eugenio, M. (2017). Alfabetización científica y diseño de secuencias didácticas de investigación escolar para infantil en la formación inicial de maestros/as. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 2109-2114.

Ezquerro, Á., Hamed, S. & del Pozo, R. M. (2017). El cambio de las concepciones en futuros maestros sobre los contenidos escolares de Ciencias. *Revista Complutense de Educación*, 28(3), 773-790.

Fernández, R. & Bravo, M. (2015). Las ciencias de la naturaleza en la Educación Infantil. Madrid: Pirámide.

Furió Más C. J. (2005). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química* 17, 222-227. doi:10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011

Galán, Y. I. J., Ramírez, M. A. G. & Jaime, J. H. (2010). Modelo 360 para la evaluación por competencias (enseñanza-aprendizaje). *Innovación Educativa*, 10(53), 43-53.

García-Carmona, A., Alonso, Á. V. & Mas, M. A. M. (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: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 403-412.

Gibson, H.L. & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' satisfaction and usability toward science. *Science Education*, 86, 693-705.

Gil, D. & de Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Madrid: Editorial Popular.

Gómez-Motilla, 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.

González Jara, D., Cuetos Revuelta, M. J. & Serna Romera, A. I. (2015). *Didáctica de las ciencias naturales en educación primaria*. Logroño: Universidad Internacional de La Rioja.

Greca, I. M., Meneses Villagrà, J. A. & Diez Ojeda, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2).

Guisasola, J. (2005). La investigación en concepciones alternativas y el diseño de secuencias de enseñanza: algunos ejemplos de Física en el nivel universitario. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra).

Guisasola, J., Barragués, J. I. & Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 568-581.

Guisasola, J. & 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.

Gutiérrez Berraondo, J., Zuza Elozegi, K., Zavala, G. & Guisasola Aranzabal, G. (2018). Ideas de los estudiantes universitarios sobre las relaciones trabajo y energía en Mecánica en cursos introductorios de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(1), 1-7. doi: 10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0131

Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia y Ediciones Morata.

Hermosín-Mojeda, M. J., Gómez-Hurtado, I. & Prieto-Medel, C. (2017). Trabajar por proyectos en educación primaria: una experiencia desde ciencias. En Neves, S. & Pinto (Eds.), *Book of Proceedings, parallel session III*, 396-416. Faro, Portugal: CIEO Research Centre for Spatial and Organizational Dynamics.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. INTEF (2018). *Programación, robótica y Pensamiento Computacional en el aula. Situación en España, enero 2018*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

Jiménez, M.P. (2007). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En Jiménez, M.P. (Coord.), *Enseñar ciencias*, pp. 13-32. Barcelona: Graó.

Jiménez-Tenorio, N. & 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.

Leach, J., Ametller, J. & Scott, P. (2010). Establishing and communicating knowledge about teaching and learning scientific content: The role of design briefs. En K. Kortland & K. Klaassen (Eds.). *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education. Proceedings of the symposium in honour of Piet Lijnse at the time of his retirement as Professor of Physics Didactics at Utrecht University* (pp. 7-35). Utrecht: FIsme.

Lorenzo, M. G., Farré, A. S. & Rossi, A. M. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 360301-360316.

Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). "Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice". *Handbook of research on science education*, 2.

Manresa, S. T. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76(1), 9-22.

Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158).

Martin M.O., Mullis I.V.S., Foy P., in collaboration with Olson J.F., Erberber E., Preuschoff C. & Galia J. (2007). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics*

and Science Study at the Fourth and Eighth Grades TIMSS & PIRLS International Study Center. Boston: Lynch School of Education.

Martínez Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. & Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 35-48.

Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R. & Jiménez Liso, M. (2014). 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), pp. 149-166.

Martins, I. P. & Brigas, M. A. (2005). Libros de texto de Química y aprendizaje de los alumnos: pensamiento y prácticas del profesorado. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 149-166.

Mateos-Sillero, S. & Gómez-Hernández, C. (2019). *Libro blanco de las mujeres en el ámbito tecnológico*. Madrid: Ministerio de economía y empresa

Ministerio de Educación y Cultura. (2017). Indicadores de la OCDE (2017). Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.

Monks, A. (2010). Adapted PBL practical exercises: benefits for apprentices. *Journal of Vocational Education & Training*, 62(4), 455-466. doi: 10.1080/13636820.2010.533789

Moreno, L. & Calvo, M. A. (2017). La historia de la química en el currículo de ESO y de bachillerato (LOE). Una revisión interdisciplinar para la investigación didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(2), 147-160.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: A new Framework for Assessment*. Paris: OECD.

Oliva Martínez, J. M. (2010). Dificultades para la implicación del profesorado de Educación Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 41-53.

Parga-Lozano, D. L. & Piñeros-Carranza, G. Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación química*, 29(1), 55-64.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61. doi: 10.1016/j.edurev.2015.02.003

Pedrajas, A. P. & López, F. J. P. (2016). Análisis de las concepciones del profesorado de secundaria sobre la enseñanza de las ciencias durante el proceso de formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 705-724.

Perales, F. J. (2018). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en España: entre la tribulación y la esperanza. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 1-14.

Pérez Manzano, A. & de Pro Bueno, A. (2018). Algunos datos sobre la visión de los niños y de las niñas sobre las ciencias y del trabajo científico. *iQual. Revista de Género e Igualdad*, 1, 18-31.

Pérez Pinto, L. V., Eff-Darwich Peña, A. & Correa Piñero, A. D. (2017). Diseño, desarrollo y evaluación de un programa basado en itinerarios didácticos para la enseñanza de la física y la química en la Educación Secundaria: la cotidianidad como recurso de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1221-1228.

Quevedo-Blasco, R., Ariza, T. & Buena-Casal, G. (2015). Evaluación de la satisfacción del profesorado de Ciencias con la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. *Educación XXI*, 18(1), 45-70.

Quintanal, F. (2016). Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 12, 327-348.

Reinoso, R. (2017). Influencia del género y la formación académica pre-universitaria en la adquisición de la competencia científica por parte del profesorado en formación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 4137-4144.

Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. & Porlán, R. (2017). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. *Investigación en la Escuela*, 93, 76-80.

Rivero García, A., Solís Ramírez, E., Porlán Ariza, R., Azcárate Goded, M. D. P. & Martín del Pozo, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52.

Rodríguez Arteche, I. & Martínez Aznar, M. M. (2016). Indagación y modelos didácticos: la reflexión de cuatro profesores de física y química en formación inicial. Inquiry and Teaching Models: Reflection of Four Preservice Physics and Chemistry Teachers. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 35(1), 145-160.

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, É. M. & Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y educadores*, 13(1), 13-25.

Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161-197.

Ruiz Castillo, S. E. (2018). Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 13(2), 291-305.

Sáinz M., Castaño, C., Meneses, J., Fàbregues, S., Müller, J., Rodó, M., Martínez, J.L., Romano, M.J., Arroyo, L. & Garrido, N. (2017). *¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas*. Madrid: Ariel.

Salgado, M. E. R. (2017). Los recursos tecnológicos como soporte para la enseñanza de las ciencias naturales-Technological resources as support in natural sciences teaching. *HAMUT'AY*, 4(1), 85-95.

Sanchís, R., Solaz-Portolés, J. J. & Sanjosé, V. (2018). Creencias sobre tiempo meteorológico, clima y cambio climático en estudiantes de secundaria. *Opción*, 34(86), 987-1010.

Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, December/January 2009, 20-26.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

Sanmartí, N. (2019). *Avaluar i aprendre: un únic procés*. Barcelona: Octaedro.

Simarro, C., López, V., Cornellà, P., XX, M. P., Niell, M. & Estebanell, M. (2016). Més enllà de la programació i la robòtica educativa: el pensament computacional en l'ensenyament STEAM a infantil i primària. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 32, 38-46.

Stoet, G. & Geary, D. C. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4), 581–593.

Solaz-Portolés, J. J., Rodríguez, C., Gómez, Á. & Sanjosé, V. (2010). Conocimiento metacognitivo de las estrategias y habilidades mentales utilizadas para resolver problemas: un estudio con profesores de ciencias en formación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 24, 139-152.

Tai R., Lui C.Q., Maltese, A.V. & Fan, X. (2006). Career choice: planning early for careers in science. *Science* 312, 1143–1144.

Toledo Morales, P. & Sánchez García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria.

Tomatis, C. A. & Ortiz, F. (2014). Reflexión docente y diseño de secuencias didácticas en un contexto de formación de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Perspectiva Educativa, Formación de Profesores*, 53(1), 130-144.

Vilanova, S. L., García, M. B., Chaparro, M. & Natal, M. (2016). La formación de profesores de ciencias: Description and analysis of possible relationships between the learning conceptions of professors and university students. *Perspectiva Educativa*, 56(1), 4-24.

Vílchez González, J.M. (Coord.) (2014). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. I Ciencias del espacio y de la Tierra*. Madrid: Pirámide

Vílchez González, J. M. & Perales Palacios, F. J. (2018). El diseño de unidades didácticas en la formación inicial de profesores de ciencias: validación de una rúbrica. *Perspectiva Educativa*, 57(1), 70-98.

Wilkerson, D. J., Manatt, R. P., Rogers, M. A. & Maughan, R. (2000). Validation of student, principal, and self-ratings in 360 feedback for teacher evaluation. *Journal of personnel evaluation in education*, 14(2), 179-192.

Juan Francisco Álvarez Herrero

Cristina Valls Bautista

# Why scientific practices are not included in Science lessons? What does it go unnoticed for teachers

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pàg. 20-32

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



DOI: [https://doi.org/ 10.17345/ute.2019.2](https://doi.org/10.17345/ute.2019.2)

María Rut Jiménez-Liso , Ana Amat González , María Martínez-Chico , Jose Miguel Vílchez González , Rafael López-Gay Lucio-Villegas 

Rebut: 31/05/2019 Acceptat: 03/10/2019

## Abstract

Despite the importance that research gives to including scientific practices in science education, it has been reported a lack of effectiveness of the approaches adopted in science classrooms. The efforts made in promoting inquiry-based learning seem not to have been very successful, taking into consideration the current dissatisfaction with the inadequate interpretation of these approaches.

This paper attempts to address the issue of the lack of proper scientific practices as shown in the results of a range of research projects and their implications for teacher training, by addressing the following issues: Reasons why the scientific practices are not included in science lessons; the purposes or advantages served by the use of scientific teaching practices in classrooms and how they influence the instruction; the importance of recognising emotions felt in science classrooms; and how to reach competent science teachers who know, not only how to introduce scientific practices properly in their instruction, but also understand why such practices are necessary in relation to the epistemic knowledge.

With the aim of making future teachers aware of the scientific practices' advantages, we propose to promote the opportunity of experiencing the implementation of Model-Based Inquiry sequences with SENSE, SENSors, and SENSations, in their classes with their own students.

**Keywords:** Scientific practices, In-service Secondary teachers' perceptions, Inquiry-based learning, Teacher training.

## Resumen

A pesar de la importancia que la investigación otorga a introducir prácticas científicas en las clases de ciencia, numerosos informes señalan su ausencia o escasez en los niveles de Primaria o Secundaria. Los esfuerzos realizados en promover el aprendizaje basado en la investigación parecen no haber tenido mucho éxito, teniendo en cuenta la actual insatisfacción con la interpretación inadecuada que se hace de este enfoque.

En este artículo queremos abordar el problema de la falta de prácticas científicas adecuadas en las aulas de ciencias profundizando en cuál puede ser la causa de su escasez desde las opiniones de docentes en

activo. En concreto, le preguntamos a sesenta docentes participantes en cursos de formación permanente sobre utilización de sensores, ¿qué propósitos o ventajas consideraban que tenían las prácticas científicas en sus aulas y cómo influyen en su instrucción? Tras este primer sondeo, entrevistamos a un docente que desarrollaba habitualmente prácticas científicas sobre la importancia de reconocerlas con el objetivo de cómo llegar a ser profesores de ciencias competentes que saben, no solo cómo introducir prácticas científicas correctamente en su instrucción, sino también entender por qué son necesarias, en relación con el conocimiento epistémico.

Con el objetivo de que los futuros maestros tomen conciencia de las ventajas de las prácticas científicas, proponemos facilitar el acceso a secuencias cortas de indagación por modelos, diseñadas con el objetivo de que tengan Sentido, usen sensores y tomen conciencia de las sensaciones que produce a sus propios estudiantes.

**Palabras clave:** Prácticas científicas, Percepción de los profesores de Secundaria en activo, Enfoque de enseñanza por indagación, Formación permanente del profesorado.

## 1. Introduction

Considering science learning as a participation in the scientific practices is a framework that is gaining momentum in educational research. We understand these practices in relation to what meant by "inquiry" in science and the range of cognitive, social, and physical practices that it requires is explained by National Research Council (2012): Asking and refine questions; developing and using models for representing ideas and explanations; planning and carrying out systematic investigations; using mathematical thinking; constructing explanations; engaging in argument from evidence; obtaining, evaluating, and communicating information, criticising and communicating ideas individually and in groups. In the European scene, the contemplation of scientific competencies in Science Education for Responsible Citizenship reflects a view of science as an assemble of social and epistemic practices, considering what scientifically literate person understands and is capable of doing (Hazelkorn et al., 2015). This new paradigm emerges given the need to overcome the current science education in schools focused on a set of products rather than on the processes of science (Duschl & Grandy, 2013), and to address the teachers' misunderstandings of the goal of engaging in inquiry as they don't consider the importance of understanding the whole process of inquiry, which leads teachers to focus on manipulative skills and cookbook laboratory exercises (Osborne, 2014) when they try to introduce some innovations in their instruction.

This suggests that there is needed to re-interpret science teaching and improve it, with the aim of reaching effective scientific practices in classrooms, by considering the continuous connections between phenomena and the theoretical or matter subject contents.

This paper attempts to address the issue, identified in the results of various research projects, of the lack of proper scientific practices in Science classrooms and the implications for teacher training, by addressing the linked research question: Why scientific practices are not included in science lessons?

To address this question, firstly, we try to deepen the perceptions of in-service teachers about practical works (terminology commonly used among secondary school staff), through the implementation of a questionnaire and the conduct of an interview. To advance in the search of solutions for the presented problem we address a teacher training proposal focused on showing evidence to in-service teachers of

the scientific practices' effectiveness with regard to science learning and motivation on their own students.

## 2. Why are scientific practices not included in science lessons?

In this section the research design is presented chronologically, as the results and research considerations and decisions are linked, this presentation format makes more sense than the classical one of separating the methodology, the results and the analysis. Thereby, the first section focuses on a questionnaire that was implemented with in-service teachers participating in a training course. After analysing the results obtained, one of them was selected to be interviewed, and then, we recorded his science classes (about Boyle's law) to check if there were coincidences between his instructions and what he declared.

Regarding the sample, all teachers participating in this study are in-service Secondary School teachers, who have more than 15 years of teaching experience (some of them even about 30 years). More than half (60%) of the participating teachers were women, although no gender-differentiated study was done.

As it will be seen along the paper, we will refer to the same term using different ways of calling it, something we want to clarify that in text. We (researchers and authors) analyse teaching-learning from the prism of 'scientific practices' (considering these not only as *hands on* activities, but also as *minds on* activities). However, to adapt ourselves to the usual jargon of Secondary School teachers that we have worked with, both in this (the participating teachers) and in other previous experiences, the expression 'practical works' has been the one used. Furthermore, it must be known that the teachers participating in this study, both, the group of teachers when initially were asked and the teacher interviewed and recorded, manifest that interpret these practices mainly as *hands on* activities or manipulative activities, leaving out *minds on* activities.

### 2.1 Questionnaire: Motivation vs. curricular pressure

Different researchers (Ebenezer, Kaya & Ebenezer, 2011) and reports on the state of science education in the educational context of the future (Rocard, Csermely, Jorde, Walberg-Henriksson & Hemmo, 2007) indicate that the time spent on practical work is virtually non-existent in primary education and that it is reduced drastically in secondary education; it becomes almost non-existent, and Spain is no exception to this trend (Confederación de Sociedades Científicas de España, 2011). The causes have been identified and range from the many difficulties encountered by teachers with laboratory activities in their science classrooms (Boujaoude and Jurdak, 2010; Holstermann, Grube & Bögeholz, 2010) until others related to the available time, e.g.: High student/teacher ratios, material shortages, curricular pressure (too much theoretical content in a short time), overloaded timetable, insecurity, the usual lacks in professional development, the lack of good models and definitions for what inquiry-based teaching actually means, and the lack of good resources enabling the ability to change. The importance of investigating the teachers' conceptions and perceptions and how they affect the professional development processes of the teaching staff is justified for various reasons: the effects of prior beliefs are crucial to the acquisition of new knowledge; and teachers rarely have the opportunity to reflect, discuss and reconsider their beliefs during training courses (Correia & Freire, 2016). In this sense, the first part of this study explores in-service teachers' perceptions on practical works in science teaching and the relationship between such perceptions and their actual instruction.

In a previous research (Pino Álvarez, Jiménez Valladares, Jiménez Liso & Sampedro Villasán, 2012), our aim was to verify if these difficulties are offset by the benefits of developing scientific practices.

Considering this, we asked a group of in-service high school teachers (60) who were participating in a training course on the use of sensors in science classes, to answer a questionnaire on purposes, advantages and disadvantages of practical work. Specifically, we asked them about the importance they attached to practical work in their own classrooms with the following question.

'Which of the following factors, do you think that are more important to promoted by practical work?' (1–9 indicate the order of priority of these factors):

- Improve student motivation (Motivation).
- Allow a more direct relationship with everyday phenomena (Related Phenomena).
- Promote the formulation of students' questions (Questioning).
- Allow the construction of theoretical models and their immediate experimental testing (Models).
- Encourage students to predict the outcomes they expect (Results Prediction).
- Promote understanding of scientific concepts (Contents Understanding).
- Help to introduce data analysis techniques (Data Analysis).
- Allow students to approach the methodology and procedures of scientific inquiry (Scientific Methodology).
- They provide an opportunity for teamwork and development of cooperative attitudes (Teamwork)

The responses have been grouped by the value given in the questionnaire, using a Likert scale: 1 to 3 as 'Very Important', 4 to 6 as 'Important' and 7 to 9 as 'Unimportant'.

## 2.2 Questionnaire Results

Firstly, the results about the previous question (Figure 1) show that the participating teachers (N=60) declare motivation as the most important aspect of practical work (62.26% very important), while the use of models is the aspect that was awarded lower importance (10% very important or unimportant 40%).

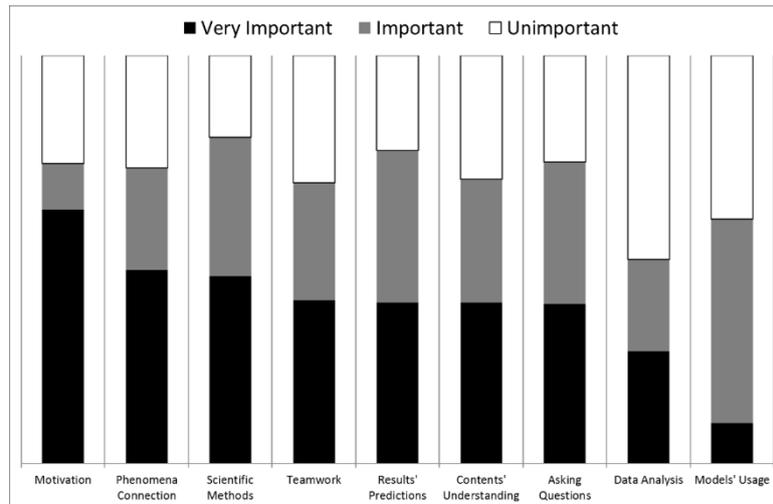


Figure 1. Importance that teachers attach to the purpose of practical work

This made us question the reason why practical works are so scarce in science classes: is promoting students' motivation a sufficiently strong factor when weighed against the found difficulties (ratio, time limitations, safety, lack of materials, and, above all, the curricular pressure)? Or, on the contrary, it is precisely the little importance given to the connexion between models and practical works one of the causes of the practical work shortage in science lessons? According to these considerations, it makes sense, that the few attempts of teachers to introduce practical work in their science lessons are limited to some hands-on activities, leaving out others that require greater cognitive effort, such as models (Ateş & Eryilmaz, 2011). Or on the other hand, it is also possible that if those teachers who routinely perform practical work (overcoming these difficulties) find in practical work other purposes that go unnoticed for them and therefore are not reported as important in the questionnaire as worthy of mention.

### 2.3 Interview outcomes: Scientific practices just to motivate, unnoticed learning models

To deepen activities that the teachers usually do and how they perceive them (for what purpose are performed), we selected one of the teachers who regularly develops practices in his secondary science lessons and who had selected motivation as a very important reason and learning models as less important and interviewed him. During the interview before the recording he insisted on the advantages he found in doing practical work in the laboratory:

*It allows me to capture more of the student's attention, I try to capture the student's attention and to let them see in practice what I am explaining in theory, they retain this knowledge better [...] learning is much more effective [...] more significant for them.*

In this interview we also asked about his standard lesson plan to raise his instruction, and again, using models or modelling was not on it:

*The first thing is to ask what you intend to prove with the practical work, what is the problem you are posing, what questions you are going to answer [...]. Secondly, a series of hypotheses for the problem stated are formulated. Then we try to contrast these hypotheses designing experiences or even searching the literature about that experience to design and implement the experience. And finally, we contrast these hypotheses by experiments, to see if that hypothesis was true or not, if it is valid, perfect, and we will see from that experience more questions can crop up giving rise to other problems, because maybe we did a variables control which then makes us wonder if we had changed the variable what would happen ... it can promote new research; and if it is not valid, we start again developing new hypotheses.*

## 2.4 Video recording teacher's class about Boyle's law of gases

The teacher who was recorded was previously interviewed and that was when he was asked about his availability and willingness to be recorded, the class he preferred. The first class indicated was one lecturing type, focused on the explanation of the gas law and molecular kinetic theory, using power point presentations and the blackboard to solve student doubts. The scheme of the second class (in the laboratory) is described in table 1 where he raised the practical work (with a paper-guide for students) and doubts were resolved, for example, when choosing the function that describes the data dispersion obtained with the sensors.

In the interview, the teacher confirms and declares the importance of capturing the attention of students, but does not state that he makes use of models, so, to see if they play a role in his classes, we recorded the complete practical experience of the experimental determination of Boyle's law of gases, developed in two sessions in the laboratory and in a lecture lesson (3h). We grouped the activities and identified the teacher and students' interventions, counting the time the class spent on each fragment (analysed with Atlas.ti, Table 1).

Table 1: Timing of classroom activities

| Activities                                  | Teacher speech | Students speech |
|---|----------------|-----------------|
| Explore a situation                         | 1'25"          | 0               |
| Predicting data and graphics to be obtained | 3'30"          | 9' 5"           |
| Perform data collection                     | 3' 30"         | 12'             |
| Analyse and interpret the results (Model)   | 19' 40"        | 29' 40"         |
| Restructure new knowledge (Model)           | 7' 35"         | 11' 35"         |
| TOTAL                                       | 35' 40"        | 1h 2' 20"       |

From the time that each participant became involved in the activities (Table 1), we can deduce that a third of the 3 hours corresponds to interventions of students (1hr 2' 20") while the time of teacher intervention is reduced to 35' 40". These first data indicate that the classes are not transmissive (focused on teacher speech), but that the students' communication is a priority. If we analyse the duration of the intervention of students depending on what they do and what they say, for 29' 40" they are analysing and interpreting results using the Molecular Kinetic Theory as a model, and for 11' 35" they are evaluating the model and changing it to construct new knowledge. Therefore, for most of the students' intervention time (41' 15") they are using a model to solve the problem posed.

From this teacher perception, the theoretical and practical connection has not gone unnoticed and he considers it to be the purpose of practical work. However, he is mainly concerned with the motivation that hands-on activities produce, without considering the role in explaining, using and reviewing models; so that when these activities cease to be "motivating", curricular pressure could make him reduce the practical content of his lessons.

As teachers take models and modelling for granted, motivation becomes the only emotion demanded by teachers. The importance of emotions in both cognitive and affective processes is one of the aspects

of conceptual change (Thagard, 2008) and thus, as stated Mellado et al. (2014), the teachers who ignore these affective aspects may be limiting conceptual change in their students. As Nicolaou, Evagorou and Lymbouridou (2015) report, the majority of studies in the field of science education report that positive emotions and enjoyment from learning science play a significant role in learning outcomes and serve as a driving force for self-learning, and for retaining knowledge (Alsop & Watts, 2003). Nevertheless, the analysis of students' emotions about learning science through participating in authentic contexts is still scarce, even though we are aware that students' emotions, either positive or negative, can have a significant impact on learning (Dávila Acedo, Borrachero Cortés, Cañada Cañada, Martínez Borreguero & Sánchez Martín, 2015; Evagorou, Nicolaou & Lymbouridou, 2014).

According to Mellado et al. (2014) we are aware that a relevant intervention is not synonymous with success if these emotions are not identified, and it may be that, as with knowledge, different emotions go unnoticed, leading to negative attitudes and even to rejection of science. Therefore, we understand that science learning should also produce emotions; it may produce to a greater or lesser extent: shame, insecurity, interest, satisfaction, etc.

### **3. A proposal to make teachers aware of the advantages of scientific practices and promote their integration into their instruction**

With the dual aim of overcoming the dissociation, 'practical-theoretical contents learning', commonly assumed by teachers, and making in-service teachers aware of what students can learn (models) and feel, we make their own students experience scientific practices where hands-on and minds-on activities are developed in an integrated way.

Taking into account the recommendations for large-scale high school science reforms of adopting inquiry-based pedagogies in the science classroom, we assume it necessary to consider specially these teachers' perceptions explored before, which only widen the gap between the educational innovation-research and the actual instruction.

We agree with the idea of engaging teachers in inquiry-based activities (with a learner's role) promotes the development of proper understandings of science and scientific inquiry, and the acceptance of science teaching approaches that involve children in questioning about phenomena and constructing explanations based on evidence (Haefner & Zembal-Saul, 2004; Martínez-Chico, Jiménez-Liso, López-Gay & Romero, 2018). Nevertheless, participation in professional development initiatives not always have the expected results in terms of change teachers ideas and practices, as sometimes their actual instruction does not change significantly (Correia & Freire, 2016; Lee, Hart, Cuevas & Enders, 2004). As many studies found, teachers find many difficulties to change their teaching conceptions consistent with the training programs and promoting practical work in their classrooms.

Something we cannot ignore, is the existing relationship between educational research and professional development if we want the innovations to become truly palpable in the current primary classes. As research has shown, when in-service teachers play an active role in innovation, these scenarios can become professional research scenarios themselves (Couso & Pintó, 2009). Thus, it is necessary to include in-service teachers in the process of educational improvement, but always in a way that makes sense to them, making them consider these other alternative teaching approaches essential in their science lessons, making them realise all the advantages of scientific practices for their students learning.

Research has shown that inquiry-based teaching practices have a positive effect on student learning, particularly students' engagement in the cognitive dimensions of inquiry and teacher-led inquiry

activities (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012). In the light of this scenario, a new interpretation of science teachers' training is required and new tools to evaluate and improve its effectiveness. This is what Sensociencia Project (@Sensociencia) focuses on.

To train competent teachers to promote scientific practices, we make science teachers experience inquiry and modelling cycles (SensoPills) and reflect about the process and what they feel to self-regulate their learning and emotions (Jiménez-Liso, Avraamidou, Martínez-Chico & López-Gay, 2019). The designs are implemented and evaluated to test their efficacy and introduce improvements.

### **3.1 Designed sequence supplied in "learning pill" format. Sensopill**

To reach our main goal (Science with Sense, Sensors & Sensations, Jiménez-Liso, Avraamidou, Martínez-Chico & López-Gay, 2019), we develop micro-sequences (1.5 hours) called Sensopills (SP) through a Model-based Inquiry (MBI) approach. In these SPs (Jiménez-Liso et al., 2019; Jiménez-Liso, Martínez-Chico & Salmerón-Sánchez, 2018; Martínez-Chico, Evagorou & Jiménez-Liso, 2019; Martínez-Chico et al., 2018), in-service teachers are engaged in scientific questions in contexts that make sense for them and promote to explicit their conceptions when formulating and justifying their hypothesis; they look for evidence to test their responses by using sensors to collect and show in-screen real time data (the sensors mainly used are measuring devices connected to the computer with free software that allows real-time graphics to visualize the evolution of the variables); results are analysed to review their initial explanations or models and adapt them to the new information, and then communicate their conclusions. All the activities are developed in an environment of communication, reflection, share and dialogue, debating about the process and considering alternative explanations.

As the competency 'explain phenomena scientifically' required for scientific literacy includes the ability to describe or interpret phenomena and predict changes what involve recognizing or identifying appropriate descriptions, explanations and predictions (National Research Council, 2015), SPs can include Inquiry cycles to construct descriptive knowledge, or Inquiry cycles to construct models than let explain and predict. The inquiry cycles in SPs vary depending on the kind of scientific knowledge we want to develop.

To facilitate the understanding of how we interpret this teaching approach (MBI), we outline the types of activities that characterize it in two cycles: inquiry and modelling cycles as it is common in other inquiry-based sequences (Pedaste et al., 2015). Sometimes the sequences follow an approach in which the focus is placed on the inquiry (Jiménez-Liso, Giménez-Caminero, Martínez-Chico, Castillo-Hernández & López-Gay, 2019) including an engaging question, explicit expression of ideas, planning, evaluating or developing designs to obtain evidence, collecting data, analysing data to confirm or refute the initial ideas, getting and communicating conclusions. In other occasions the focus is on modelling (Garrido Espeja & Couso Lagarón, 2017) where the purpose is put into the construction and evaluation of scientific school models.

The Sensopills designed were used in the training course with the teachers who answered the pre and post questionnaire (on practical works). These sequences, by combining *hands on* with *minds on* activities allow teachers to become aware that the practices are not only something manipulative but also serve to make the theory meaningful to their students, stablish connections to reality (the phenomenon) and build theoretical contents thanks to the evidence obtained through inquiry.

Furthermore, research has shown that emotions have an influence in many of the cognitive processes of learning-teaching, motivation and social interaction, so often, teachers are required to regulate their emotions. Moreover, many teachers find difficult to help in their students' emotions regulation and the

overall emotional climate of the in their class (Fried, Mansfield & Dobozy, 2015). Therefore, given the importance of training teachers to assist their students with their emotional regulation, and with the immediate intention of making our students to be aware of what they learn and feel when experiencing the activities, a self-regulation learning & emotions activity is included at the end of each SP (Jiménez-Liso et al., 2018; Jiménez-Liso, Giménez-Camirero, Martínez-Chico, Castillo-Hernández & López-Gay, 2019; Martínez-Chico et al., 2018, 2019).

### 3.2 Post-training questionnaire results

After implementing the SPs with the in-service teachers, we re-implemented the previously done questionnaire by themselves, in which they had the opportunity to identify from a series of factors that we showed them, those that they considered the most important target of the practical work.

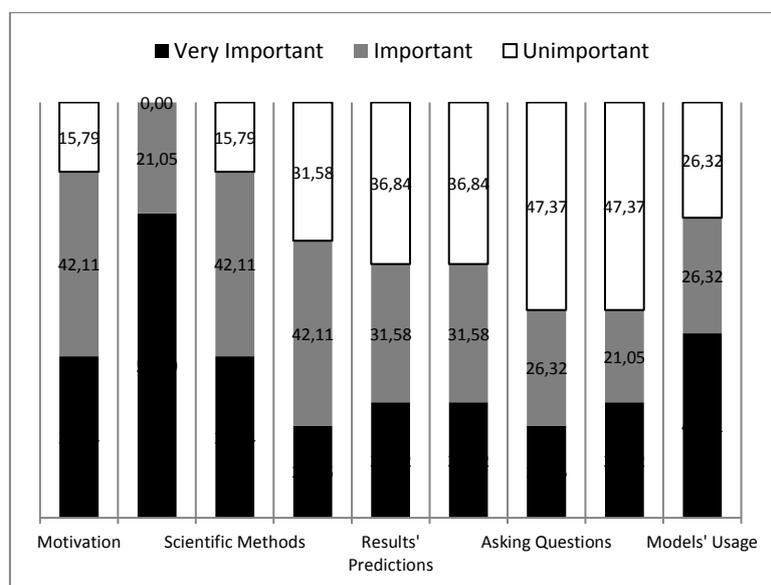


Figure 2. Importance that teachers attach to the purpose of practical works after experiencing the training course

The results obtained after the training course show the importance that in-service teachers give to the purposes to be achieved in scientific practices, after experiencing MBI sequences (Figure 2). This graph shows how the connection of the theory with the phenomenon becomes fully important for the in-service teachers. In addition, the use of models and the contents understanding that was previously valued as less important increase the importance with the development of scientific practices.

## 4 Conclusions

In this paper, the research questions *Why are scientific practices not included in science classes?* and *What does it go unnoticed for teachers?* Are addressed. To answer these questions, which are related, the results produced by the in-service teacher training course (extracted from a questionnaire) and the results of the case study (obtained from the interview and observation of the practice of a in-service secondary school teacher) have been combined.

Initially, the interviewed in-service teacher does not highlight the “theory” that is addressed when developing practical works, he does not consider these practices important to learn scientific theoretical contents. On one hand, this is due to he usually teaches these contents in the other kind of classes he

develop, these are the regular and usual ones, following a more lecturing-style. In such classes the theoretical contents learning is something standard, so that it is not something remarkable for him.

Second, we have considered the results related to the importance that in-service teachers give to the targets of scientific practices, before and after experiencing Model-Based Inquiry learning sequences in a training course. The connection of the theoretical contents with the phenomenon becomes fully important for the in-service teachers, apart from attaching more importance to the use of models and contents understanding, initially valued as less important. This real connection theory-practice, this relationship between the theoretical contents and the phenomenon, makes the teachers conscious of the importance of the scientific practices to learn the scientific models that permit explain the phenomena. It seems that hands-on activities go to the background while the initial prominence given to *minds on* activities increases.

Definitely, one of the main results of this work is one of the causes of the lack of proper scientific practices in science classrooms: the theory-practice connection goes unnoticed by teachers. However, teachers highlight the students' motivation as the main purpose of scientific practices. By associating the success of scientific practices to external factors (students) and attitudes (motivation, often confused with hyperactivity), practical activities are perceived as being risky: So when the curriculum is causing pressure or when the novelty wears off, certainly scientific practices will be eliminated because they are seen as a waste of time and effort (without promoting learning).

Then, we focused on the teacher training, posing the question: How could we make teachers aware of the advantages of scientific practices to promote their incorporation into their instruction? In response to this question we opted for a Model-Based Inquiry approach to develop teacher training with SENSE, SENSors and SENSations for teachers to be aware and have proof of the advantages of the "inquiry-model-emotions" triangle. The Sensopills' evaluation described in previous papers (Jiménez-Liso et al., 2018, 2019; Martínez-Chico et al., 2018, 2019) let us to know more about the effectiveness of the sequence in achieving some of our desired goals of teacher training.

To face the usual dissociation "practical-learning conceptual contents" considered by teachers, we try to make them aware of the many advantages of scientific practices, for their potential to promote learning of theoretical content, for the models and the emotions that they produce. Moreover, we try to promote an evolution in their conceptions of science and science learning-teaching, as these conceptions determine the instruction they will develop in their classrooms. In order to develop this evolution, they experience leaning sequences that can be useful as methodological model to teach their future students.

Therefore, we can state that teachers reduce the scientific practices they perform in their classrooms because the inconveniences (lack of material and instruments, excessive time for preparation, high investment of time in their development, high student/teacher ratio, etc.), are not compensated for the main purpose they initially identify: *hands on* activities. However, when we carry out with them scientific practices focused on putting personal ideas and conceptions in conflict, by connecting the phenomenon and the model that explains it, these practices make sense for in-service teachers, and appreciate in them an added value: they promote learning of theoretical contents. Therefore, it can be seen as an opportunity for the incorporation of scientific practices into the classroom to be lasting. The implementation of Sensopills sequences in their context, with their own students, allows to show to in-service teachers' evidence about their students learning; hands-on skills, modelling skills, and the high students' engagement generated. In light of all this, we can conclude that according to these results we would be contributing to reduce the usual disconnection of practices with the theoretical contents learning, which remain the most important in science classes implicitly. Nevertheless, it is convenient to make a retrospective reflection and to exchange teachers' opinions to show us their point of view about

their own instruction, co-working and the need to go forming teachers' networks stimulate feed-back and autonomy.

## References

Alsop, S. & Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1043–1047. <http://doi.org/10.1080/0950069032000052180>

Ateş, Ö. & Eryilmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1).

Boujaoude, S. B. & Jurdak, M. E. (2010). Integrating physics and math through microcomputer-based laboratories (MBL): Effects on discourse type, quality, and mathematization. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 1019–1047. <http://doi.org/10.1007/s10763-010-9219-2>

Confederación de Sociedades Científicas de España. (2011). Informe ENCIENDE: *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para Edades Tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.

Correia, M. & Freire, A. M. (2016). The influence of an in-service programme on primary teachers conceptions about practical work. *Revista Electronica Interuniversitaria De Formacion Del Profesorado*, 19(2), 259–272. <http://doi.org/10.6018/reifop.19.2.254971>

Couso, D. & Pintó, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(1), 5–18.

Dávila Acedo, M. A., Borrachero Cortés, A. B., Cañada Cañada, F., Martínez Borreguero, G. & Sánchez Martín, 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. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(3), 550–564. <http://doi.org/10498/17609>

Duschl, R. A. & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, 22(9), 2109–2139. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>

Ebenezer, J., Kaya, O. N. & Ebenezer, D. L. (2011). Engaging students in environmental research projects: Perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 94–116. <http://doi.org/10.1002/tea.20387>

Evagorou, M., Nicolaou, C. T. & Lymbouridou, C. (2014). Elementary school students' emotions and engagement: Using models and SSI as a context of instruction in Science. *Journal of Research in Science Teaching*.

Fried, L., Mansfield, C. & Dobozy, E. (2015). Teacher emotion research: Introducing a conceptual model to guide future research. *Ssues in Educational Research*, 25(4), 415–442.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <http://doi.org/10.3102/0034654312457206>

Haefner, L. A. & 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. <http://doi.org/10.1080/0950069042000230709>

Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Deca, L., Grangeat, M., ... Welzel-Breuer, M. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship. Directorate-General for Research and Innovation Science with and for Society*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf)

Holstermann, N., Grube, D. & Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757. <http://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>

Jiménez-Liso, M. R., Avraamidou, L., Martínez-Chico, M. & López-Gay, R. (2019). Scientific Practices in Teacher Education: The interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science & Technological Education*, in press.

Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M. & Salmerón-Sánchez, E. (2018). Chewing Gum and pH Level of the Mouth: A Model-based Inquiry Sequence to Promote Scientific Practices. *World Journal of Chemical Education*, 6(3). <http://doi.org/10.12691/wjce-6-x-x>

Jiménez-Liso, M.R., Giménez-Caminero, E., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J. & López-Gay, R. (2019). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? In J. Solbes & M. R. Jiménez-Liso (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto*. Valencia: Tirant lo blanch.

Lee, O., Hart, J. E., Cuevas, P. & Enders, C. (2004). Professional development in inquiry-based science for elementary teachers of diverse student groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1021–1043. <http://doi.org/10.1002/tea.20037>

Martínez-Chico, M., Evagorou, M. & Jiménez-Liso, M. R. (2019). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. Is a chickpea a living being? *International Journal of Desings for Learning*, 10(1), in press.

Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., López-Gay, R. & Romero, M. (2018). Inquiry and modeling in pre-service teacher training to improve scientific, epistemic, pedagogical knowledge, and emotional self-regulation. In O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran, & P. Childs (Eds.), *Research, Practice and Collaboration in Science Education (Proceedings of ESERA 2017)* (pp. 1763–1772). Dublin, Ireland: Dublin City University. Retrieved from <https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2017>

Mellado Jiménez, V., Borrachero Cortés, A. B., Brígido Mero, M., Melo, L. V., Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., ... Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. (Vol. 1). <http://doi.org/10.17226/13165>

National Research Council. (2015). *Science Teachers' Learning*. (H. Schweingruber & N. Nielsen, Eds.). Washington, D.C.: National Academies Press. <http://doi.org/10.17226/21836>

Nicolaou, C. T., Evagorou, M. & Lymbouridou, C. (2015). Elementary School Students' Emotions when Exploring an Authentic Socio-Scientific Issue through the Use of Models. *Science Education International*, 26(2), 240–259.

Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. In N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 579–599). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. <http://doi.org/10.4324/9780203097267.ch29>

Pino Álvarez, A., Jiménez Valladares, J. de D., Jiménez Liso, M. R. & Sampedro Villasán, C. (2012). Experimenta, a science teacher training program in CBLIS. In *International Conference on Computer Based Learning in Science (CBLIS)* (pp. 58–66). Retrieved from <http://cblis2012.crecim.cat/>

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Report EU22-845, Brussels, 2007). (P. McLaren & J. Giarely, Eds.). Directorate-General for Research Science, Economy and Society.

Thagard, P. (2008). Conceptual change in the history of science: life, mind and disease. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 374–387). New York: Routledge.

# ¿Cómo podemos ayudar a los maestros en formación a analizar los libros de texto de ciencias?

UTE. Revista de Ciències de l'Educació  
Monogràfic 2019. Pàg. 33-42  
ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731  
<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

**Francisco Javier Perales Palacios** 

Rebut: 31/05/2019 Acceptat: 18/09/2019

## Resumen

A pesar de los aires de cambio que vienen soplando sobre la educación obligatoria en España, persisten algunas inercias ajenas a estos cambios, una de ellas es el uso masivo del libro de texto como referente del saber científico en los centros educativos. Ante esta evidencia, es responsabilidad de los formadores de maestros el dotarles de estrategias de análisis de dicho recurso educativo. En este artículo se muestra la forma de trabajar dicha competencia en la Facultad de Ciencias de Educación de la Universidad de Granada, lo que se traduce en un protocolo de análisis que se plantea para ser abordado dentro de la asignatura de Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. Se describen los puntos que incluye dicho protocolo y se cuantifican las dificultades que una muestra de estudiantes presenta en su resolución. Se concluye destacando la oportunidad que representa esta tarea para servir de conexión con el periodo de prácticas escolares y el futuro profesional de los maestros en formación.

**Palabras claves:** Formación de maestros, libros de texto, ilustraciones, Educación Primaria.

## Abstract

In spite of the winds of change that are blowing over compulsory education in Spain, some inertias that are alien to these changes persist, one of them being the massive use of the textbook as a reference point for scientific knowledge in educational centers. Given this evidence, it is the responsibility of teacher trainers to equip them with strategies for analyzing such educational resource. This article shows how this competence is working in the Faculty of Education Sciences of the University of Granada, which consists of a protocol of analysis as an activity within the subject of Science Education for Education Primary. The points included in this protocol are described so as the difficulties that a sample of students had in their resolution. Finally, the opportunity that this task represents to serve as a connection with the period of school practices and the professional future of the preservice teachers is highlighted.

**Keywords:** Training teachers, textbooks, illustrations, Primary Education.

## 1. Introducción

Como es bien sabido, atravesamos una época controvertida en cuanto al papel de la escuela en el mundo actual y los métodos de enseñanza que debiera usar para tratar de sintonizar con los profundos cambios sociales, tecnológicos o laborales a los que asistimos. A pesar de los intentos de renovación que alimentan muchas iniciativas que se vienen produciendo, más a nivel teórico que aplicado, en escasas ocasiones se prescinde de un recurso educativo que permanece en los niveles obligatorios de la enseñanza desde hace bastantes décadas. Naturalmente, nos estamos refiriendo al libro de texto. En contadas ocasiones los centros de enseñanza se atreven a prescindir de él y sustituirlo por mecanismos de obtención de información más flexibles y abiertos. Las razones de ello son diversas, aunque podríamos mencionar el sostén que representan para el profesorado y alumnado, las subvenciones que en algunos casos reciben las familias para su adquisición, los intereses económicos de las editoriales e incluso razones de naturaleza ideológica (Perales, 2006a).

Ante esta realidad, los formadores de maestros no podemos eludir la responsabilidad de ofrecer dentro del currículo de los grados universitarios de Primaria la oportunidad de que los estudiantes adquieran mecanismos de análisis de dicho recurso educativo, lo que les ayudaría a la toma de decisiones en su profesión futura.

En este trabajo, de naturaleza descriptiva e innovadora, nos hemos planteado como objetivo general mostrar la forma en que se trabaja este contenido curricular en la asignatura de Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria (I. Ciencias del espacio y de la Tierra) en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada, así como explicitar algunas de las dificultades que una muestra de estudiantes de dicha materia halla en su implementación.

## 2. Precedentes

La frecuencia de utilización del libro de texto en la mayoría de las aulas, no solo en nuestro país sino también a nivel internacional, ha generado una fecunda línea de investigación en el ámbito de las ciencias experimentales. De hecho, en la revisión bibliométrica realizada por Aguilera (2019) en la Web of Science durante los últimos ocho años, dicha línea aparece representada en cuarto lugar por el número de publicaciones.

Un material complejo como el libro de texto admite por tanto un análisis multifactorial que en nuestro caso representamos en la Figura 1 y que nos sirvió de base para el diseño del protocolo de análisis objeto de este trabajo.

Dentro de esta variedad de perspectivas de análisis hemos investigado en algunas de ellas: ilustraciones, conexión de estas con el texto, secuencia didáctica, interdisciplinariedad o actividades prácticas. Para ello hemos contado con la perspectiva de los propios investigadores, pero también con la de estudiantes y profesores.

En este último colectivo llevamos a cabo un estudio mediante la técnica de grupo de discusión con una muestra de maestros y profesores de secundaria acerca de la valoración que hacían de los libros de texto en general y de las ilustraciones en particular (Aguilera & Perales, 2018). Como síntesis del mismo, los docentes participantes opinaban que los libros de texto incidían negativamente en la actitud de los alumnos hacia la ciencia, principalmente debido al uso abusivo que se hace de ellos; en cambio, las ilustraciones sí parecían mejorar el interés de los alumnos por la ciencia y su aprendizaje, así como aportaban un potencial explicativo de los contenidos, aunque dependiendo del uso que de ellas se hiciera en el aula.

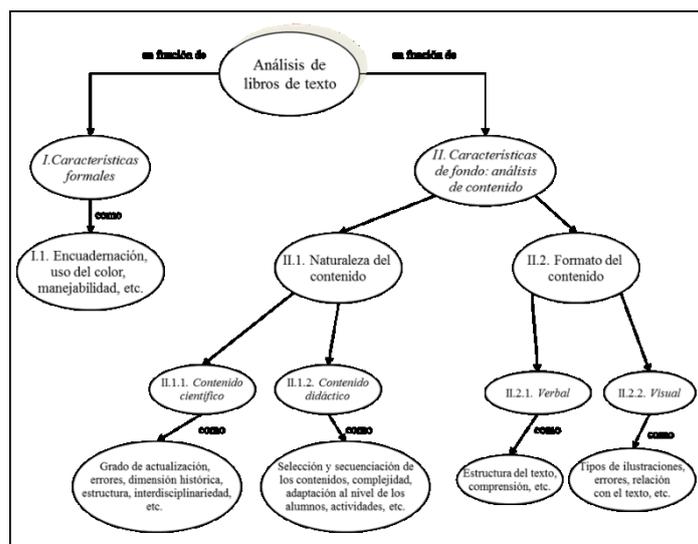


Figura 1. Propuesta de categorías de análisis de libros de texto. Fuente: Perales (2006)a.

De forma complementaria llevamos a cabo un sondeo entre estudiantes y profesores de secundaria sobre el uso habitual que hacían de las ilustraciones (Perales & Vílchez, 2015). Según los segundos, la importancia de la mayoría de las ilustraciones como recurso de enseñanza es clave; sin embargo, los estudiantes no suelen hacer un uso autónomo de aquellas como herramienta de aprendizaje, a no ser que se les indique expresamente. Estos últimos también valoraban como menos útiles las fotografías y hubo algunas disonancias cuando contrastaban la información contenida en las ilustraciones con la del texto escrito acompañante.

Centrándonos ya de forma más concreta en el propósito de este trabajo, elaboramos una plantilla de evaluación que fue depurada a partir de su aplicación con estudiantes de Pedagogía y de Magisterio de Educación Primaria durante varios cursos académicos, publicando una primera versión (Perales & Vílchez, 2012) que posteriormente experimentó nuevos ajustes. Dicha plantilla satisface los requisitos que otros estudios internacionales han considerado para un análisis similar (Khine, 2013), incluidos los que hacen referencia a la vertiente pictórica de los libros de texto (Perales & Jiménez, 2002; Slough, McTigue, Kim & Jennings, 2010).

En cuanto a los objetivos de aprendizaje que nos planteamos se centran en evaluar la idoneidad de un protocolo como el descrito aquí para la adquisición de la competencia del análisis de libros de texto por parte de los futuros maestros.

En el próximo apartado expondremos el procedimiento seguido en esta actividad con los maestros en formación.

### 3. Método

#### 3.1 El diseño del currículo

La asignatura de Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria posee una carga lectiva de nueve créditos y se imparte en el primer semestre del tercer curso del grado de Primaria, en un horario de tarde para compatibilizarla con el Practicum I que se lleva a cabo en los colegios en horario de mañana. Combina clases de gran grupo (tres horas semanales) con dos seminarios de 1,5 h para cada semigrupo. Para las primeras se sigue un manual (Vílchez, Benarroch, Carrillo, Cervantes, Fernández & Perales, 2018) en el que se plantean actividades individuales para realizar antes de las clases, junto con otras de

pequeño grupo a cumplimentar en el aula, y contenidos científico-didácticos orientados al currículo de Educación Primaria. Los seminarios son dedicados al análisis de dicho currículo, al de libros de texto (objeto de este trabajo), a prácticas de laboratorio y a la explicación y seguimiento de una unidad didáctica realizada en pequeños grupos.

### 3.2 El análisis de libros de texto

A esta actividad se le dedican dos sesiones semanales de seminario, explicándoles cómo llevarla a cabo y supervisando su ejecución en grupo, dejando una semana más para su envío a través de la plataforma docente de la universidad. Asimismo, en el propio manual de la asignatura disponen de la rejilla de análisis (Figura 2) y unas instrucciones para su desarrollo. Cada grupo utiliza para su trabajo un libro de una editorial elegida libremente, disponiendo en la biblioteca de la facultad de un suficiente número de ejemplares. Posteriormente a la entrega del trabajo al profesor, éste se lo devuelve a cada grupo con las correcciones efectuadas sobre el propio texto que ellos enviaban a través de la plataforma.

### 3.3 Descripción de los pasos del análisis (Figura 2)

|  |
|--|
| <p><b>0. Datos</b> completos del libro analizado.</p> <p><b>1. Relación</b> entre contenidos, temas y bloques de temas.</p> <p><b>2. Estructura</b> de los temas (por ejemplo, introducción, preguntas iniciales, etc.).</p> <p><b>3. Uso de la imagen.</b> Tipos (dibujos, fotografías, tablas...). Cuantificarlas y valorarlas de acuerdo al aldecálogo repartido.</p> <p><b>4. Lenguaje</b> utilizado (nivel de comprensión, uso de analogías, sexismo, interculturalidad, glosario...).</p> <p><b>5. Contenidos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Tipos conceptuales, procedimentales y actitudinales, concretándolos para una unidad</li><li>5.2. Adecuación a los objetivos y contenidos de la legislación (de ámbito científico).</li><li>5.3. Conexión con el medio.</li><li>5.4. Relaciones interdisciplinares: áreas transversales (por ejemplo, Educación Ambiental, Educación para la Salud, etc.) y Ciencia-Tecnología-Sociedad.</li><li>5.5. Visión que ofrece sobre la Naturaleza e Historia de la Ciencia.</li><li>5.6. Grado de actualización científica.</li><li>5.7. Errores conceptuales.</li></ul> <p><b>6. Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Adecuación a los objetivos marcados por la legislación (de ámbito científico) y al desarrollo de las competencias.</li><li>6.2. Tipos de actividades.</li><li>6.3. Grado de directividad (según sean las instrucciones para su resolución).</li><li>6.4. Grado de complejidad.</li><li>6.5. Recursos didácticos (materiales que deben utilizarse en las actividades).</li><li>6.6. Adecuación al contexto del alumno.</li></ul> <p><b>7. Valoración</b> general del libro y propuestas de mejora.</p> |
|--|

Figura 2. Protocolo utilizado para el análisis de libros de texto. Fuente: adaptado de Perales y Vilchez (2012).

**0. Datos.** Aquí deben incluirse los datos del libro analizado según las normas APA.

**1. Relación.** Este punto se refiere a la búsqueda en el libro analizado de referencias explícitas a los contenidos de otros temas (en la introducción al libro, en la forma en que se estructura el índice, en el desarrollo de los distintos temas...), de manera que el alumno pueda percibir que existe relación entre ellos y no aparezcan (como suele suceder) como temas aislados unos de otros y que se van abordando sucesivamente sin saber el porqué. El indicador de esta relación es básicamente si los autores del libro hacen alusión al contenido de otros temas y/o justifican por qué el contenido está organizado de la forma en que se hace (por ejemplo, frases del tipo «Una vez que en el tema anterior mencionamos las fuentes de energía, ahora vamos a estudiar...»). Ello exigirá, por tanto, hacer una lectura general del libro, especialmente el índice general, la introducción y el inicio de cada tema (si estuviera accesible el libro del profesor, sería conveniente comprobar si en él sí se ofrece una justificación de las relaciones buscadas).

**2. Estructura.** Extraer la estructura común de los temas del libro, que suele respetarse a lo largo del mismo. Se deben identificar las secuencias de desarrollo de cada uno de ellos (por ejemplo, preguntas iniciales, exposición del contenido, etc.). Ello, a su vez, permitirá ubicar la metodología de enseñanza que subyace en el libro. Para lograrlo los estudiantes ya han visto en las clases de gran grupo cómo categorizar y secuenciar el discurso del libro para identificar su orientación didáctica (transmisiva, constructivista...).

**3. Uso de la imagen.** Con el fin de que se tome conciencia de la importancia que tienen las ilustraciones en los libros de texto actuales (al menos en cuanto a la superficie que ocupan), cada grupo seleccionará un tema del libro de texto y medirá, con ayuda de una regla, la superficie ocupada por las ilustraciones y la ocupada por el texto escrito, calculando los porcentajes de cada formato para poder compararlos. A continuación, se tratará de clasificar las ilustraciones presentes en el libro. Para ello en el tema del libro elegido en el punto 2 anterior deben seleccionar al azar entre 10 y 15 ilustraciones del mismo. Los criterios que pueden servir para hacerlo se muestran en la Tabla 1 (Jiménez & Perales, 2001; Perales & Jiménez, 2002). Tal clasificación se puede llevar a cabo mediante la elaboración de una ficha individual para cada ilustración (incluyéndola escaneada) en la que aparezca cada criterio de la Tabla 1 y cómo se clasifica dicha ilustración según él. Dentro de la misma ficha se puede incorporar la valoración didáctica de la ilustración de acuerdo al decálogo que se muestra en el Figura 3 (con un sí o un no), justificando la relación de los puntos del primero con la ilustración analizada.

**4. Lenguaje.** Se trata de adquirir una primera aproximación al lenguaje utilizado en el libro. Para ello se debe abordar la lectura de un apartado de un tema, anotando (justificadamente y señalando las frases textuales) los siguientes aspectos:

- Frases o párrafos que presenten dificultad de comprensión (para los estudiantes de esta asignatura y, supuestamente, para los de Educación Primaria).
- Recursos lingüísticos para fomentar la comprensión, como las analogías.
- Referencias que puedan indicar (implícita o explícitamente) algún tipo de discriminación en cuanto a sexo, cultura, religión...
- Si el libro dispone de algún glosario que defina o clarifique los términos más novedosos.

**5. Contenidos.** Continuando con el análisis de los contenidos del libro de texto, se pide revisarlos de acuerdo a los epígrafes del Figura 2.

*Tabla 1: Criterios de clasificación de las ilustraciones de un libro de texto*

| <b>Criterio de clasificación</b>                          | <b>Descripción del mismo</b>  |
|---|---|
| 1. Función didáctica en la que aparecen las ilustraciones | Evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación y problematización.  |
| 2. Iconicidad.  | ¿Qué semejanza posee la ilustración con la realidad (realistas, realistas con elementos simbólicos, esquemas, gráficos...)? |
| 3. Relación con el texto principal.                       | ¿Cómo se relaciona el texto escrito con la ilustración (referencia detallada, breve o no se refiere a ella)?                |
| 4. Etiquetas verbales.                                    | ¿Incorporan textos dentro de la ilustración y/o a pie de la ilustración?  |

1. Cuando una ilustración está dedicada sólo a «**adornar**» el libro, no produce un efecto positivo sobre el aprendizaje.
2. Cuando un texto describe un sistema (por ejemplo, un motor) mediante **relaciones causa-efecto** (por ejemplo, la explosión del combustible produce la expansión del pistón), las ilustraciones mejoran su comprensión si muestran estas relaciones y su secuencia (apoyadas en etiquetas verbales).
3. Si las **relaciones** son sólo **entre conceptos**, las ilustraciones que las representan (por ejemplo, mapas conceptuales) ayudan al establecimiento de dichas relaciones por parte del lector.
4. Las **imágenes mixtas** (las que incluyen representaciones realistas y abstractas) deberían mostrar en primer lugar tales representaciones por separado y establecer claramente la relación entre ambas (por ejemplo, una pila y su símbolo en un circuito eléctrico).
5. Las ilustraciones **ambiguas** pueden provocar desconcierto entre los lectores, por lo que el profesor debería eliminar todo elemento accesorio o de dudosa interpretación.
6. La enseñanza por **analogías** se beneficia de las representaciones pictóricas, pero sólo cuando el análogo es bien conocido, más simple y se explicitan las limitaciones de la analogía.
7. Son preferibles las ilustraciones de diseño **sencillo**, ya que la complejidad o el exceso de detalles pueden dificultar su comprensión.
8. Las ilustraciones deberían estar destinadas a aprendices con un bajo nivel de **conocimiento previo**, lo que garantizaría su accesibilidad a la mayoría de los lectores.
9. Para un mejor aprovechamiento didáctico de las ilustraciones es imprescindible **dirigir** el proceso de exploración por parte de los lectores a extraer información de ellas.
10. Algunas **actividades** con ilustraciones podrían ser: clarificar los signos gráficos; mejorar su coordinación con el texto escrito; simultanear las observaciones realistas y simbólicas; corregir errores; producir imágenes los propios alumnos, e integrarlas en la evaluación del aprendizaje.

Figura 3. Decálogo para el análisis didáctico de las ilustraciones de un libro de texto

**6. Actividades.** En este apartado se analizan las actividades de un tema del libro de texto escogido, poniendo los ejemplos oportunos, de acuerdo con los puntos del Figura 2.

**7. Valoración.** Por último, en este apartado se pretende establecer unas conclusiones generales teniendo en cuenta los puntos fuertes y débiles hallados en el análisis previo, señalando cómo podría intentarse paliar las deficiencias detectadas en el libro.

### 3.4 Muestra participante

Participaron en esta actividad un total de 73 alumnos distribuidos en 15 grupos durante el curso académico 2018-19.

## 4. Análisis de Resultados

La implementación de la actividad llevada a cabo la evaluamos a través de las limitaciones detectadas en los distintos apartados representados en el protocolo del Figura 2. Ello nos proporciona una foto fija de las posibilidades de la propuesta de trabajo descrita, así como de los puntos débiles de la misma, en los que habría que ahondar a través de puestas en práctica futuras.

En la Tabla 2 mostramos el recuento de las dificultades que los grupos de alumnos evidenciaron en sus trabajos. Dicho recuento se ha organizado en función de los epígrafes del Figura 2, mostrando las frecuencias absolutas y los porcentajes sobre el total de las dificultades identificadas.

Tabla 2: Relación de dificultades evidenciadas en la actividad de análisis de libros de texto por parte de los diferentes grupos de estudiantes (N=15).

| Apartado Figura2                                       | Dificultades  | Frecuencia | Porcentaje |
|--|---|------------|------------|
| 1. Relación entre contenidos, temas y bloques de temas | • Confunden su apreciación personal con la que debiera aparecer en el libro   | 3          | 7%         |
|  | • No la abordan   | 1          |            |
| 2. Estructura de los temas                             | • No identifican la metodología de enseñanza subyacente al libro  | 6          | 12%        |
|  | • No concretan suficientemente la estructura  | 1          |            |
| 3. Uso de la imagen                                    | • Clasifican erróneamente las ilustraciones según su iconicidad   | 4          | 29%        |
|  | • No calculan el porcentaje parcial o global de superficie ocupada por el texto escrito y por las ilustraciones     | 4          |            |
|  | • No hacen la valoración de las ilustraciones de acuerdo al decálogo  | 3          |            |
|  | • Atribuyen más de una función didáctica a las ilustraciones  | 2          |            |
|  | • No clasifican las ilustraciones de acuerdo a todos los criterios de la Tabla 1                                    | 1          |            |
|  | • No justifican las clasificaciones   | 1          |            |
|  | • Clasifican incorrectamente las ilustraciones según su función didáctica   | 1          |            |
|  | • No concretan las medidas de superficie realizadas   | 1          |            |
|  | • No concretan las medidas de superficie realizadas   | 1          |            |
| 4. Lenguaje utilizado                                  |   | 0          | 0%         |
| 5. Contenidos  | • No cuantifican las tipologías de contenidos (5.1)   | 3          | 34%        |
|  | • Confunden tipologías de contenidos  | 1          |            |
|  | • No justifican la adecuación de los objetivos y contenidos a la legislación (5.2)                                  | 7          |            |
|  | • No consideran como áreas transversales la Educación Ambiental y la Educación para la Salud (5.4)                  | 3          |            |
|  | • No identifican contenidos Ciencia-Tecnología-Sociedad   | 1          |            |
|  | • No ejemplifican los contenidos  | 1          |            |
|  | • No ejemplifican las áreas transversales   | 1          |            |
| • No reconocen la naturaleza de la ciencia (5.5)       | 2   |            |            |
| • No se abordan los puntos 5.3-5.7                     | 1   |            |            |
| 6. Actividades   | • No justifican la adecuación a los objetivos marcados por la legislación y al desarrollo de las competencias (6.1) | 5          | 15%        |
|  | • No ejemplifican los tipos de actividades (6.2)  | 1          |            |
|  | • No comprenden un tipo de actividad  | 1          |            |
|  | • No ejemplifican el grado de directividad (6.3)  | 2          |            |
| 7. Valoración general del libro                        |   | 0          | 0%         |
| Otras deficiencias                                     | • Analizan un tema de Ciencias Sociales   | 1          | 3%         |
|  | • Equivocan el apartado del Figura 2  | 1          |            |
| <b>Total</b>   |   | 59         | 100%       |

Si nos detenemos en analizar las deficiencias halladas, en primer lugar podemos observar que la frecuencia media por trabajo de grupo es de 3,9 (número total de dificultades dividido por el número de grupos), aunque hay una considerable desviación típica en las mismas.

Globalmente el apartado que acumula más dificultades es el referido a los contenidos del libro de texto, seguido de cerca del referido a las ilustraciones. Hemos de tener en cuenta que el primero es el que requería más ítems que cumplimentar aunque comparativamente las ilustraciones superan claramente en dificultades al de las actividades.

Refiriéndonos más específicamente a cada uno de los apartados del Figura 2, podemos destacar lo siguiente:

**Apartado 1. Relación entre contenidos, temas y bloques de temas.** A algunos grupos les cuesta diferenciar entre la coherencia que para ellos aparentemente suele presentar el índice del libro frente a cómo realmente se explicita en el mismo. Esta es una deficiencia muy común entre los libros de texto manejados, es decir, existen saltos de unos temas a otros sin solución de continuidad. A no ser que los maestros suplan esta carencia, a los alumnos les resulta difícil interpretar qué hilo conductor preside el discurrir de los temas.

**Apartado 2. Estructura de los temas.** A pesar de haber trabajado en el gran grupo los modelos didácticos más comunes en la enseñanza de las ciencias, la "traducción" de la secuencia del texto que incluyen los libros en modelos reconocibles supone una dificultad presente en un número significativo de los trabajos analizados. Sin duda, la modelización es una operación cognitiva compleja, incluso para los maestros en formación.

**Apartado 3. Uso de la imagen** Esta actividad que se propone a los grupos de estudiantes representa una novedad para la mayoría, aunque, como hemos indicado en los precedentes de este trabajo, es absolutamente necesario que los futuros maestros se alfabeticen visualmente (Perales, 2006b). Ello debiera pasar, a nuestro juicio, porque sepan diferenciar las ilustraciones según determinados criterios y valorarlas didácticamente. Aunque, no muy significativas, se presentan dificultades en las tareas indicadas; no obstante, también llama la atención que en algunos casos no sepan calcular las superficies relativas ocupadas por el texto escrito y las ilustraciones.

**Apartado 5. Contenidos.** La dificultad más extendida tiene que ver con la ausencia de justificación en la adecuación de los objetivos y contenidos a la legislación vigente en el momento de edición del libro de texto analizado. Ello requiere de la identificación de la ley de educación correspondiente y la comparación de los objetivos y contenidos prescritos para las ciencias de Primaria con los incluidos en el libro de texto; más que una tarea compleja cognitivamente supone un trabajo de análisis documental que no todos los grupos llevaron a cabo, pero necesaria si se quiere evaluar la adecuación de la editorial seleccionada

**Apartado 6. Actividades.** Al igual que ocurría en el apartado anterior, la deficiencia más frecuente está relacionada con la valoración de la adecuación a los objetivos marcados por la legislación y al desarrollo de las competencias, y la posible explicación de la misma coincide con la apuntada en dicho apartado.

## 5. Conclusiones

A través de este artículo hemos pretendido mostrar cómo puede trabajarse con los maestros de Primaria en formación una actividad que intenta dotarles de la competencia de analizar y evaluar los libros de texto de ciencias, tarea que tarde o temprano deberán afrontar cuando se conviertan en maestros en

ejercicio, así como las dificultades que encuentran en su implementación. Esto es especialmente deseable en lo que corresponde a las ilustraciones, dado que ocupan un espacio muy relevante en los libros actuales. Los condicionantes que guían la elección de una editorial determinada por parte del equipo docente de una escuela son diversos, pero un maestro debe de disponer de un espíritu crítico tanto si la elección le viene dada como si posee algún margen de maniobra al respecto.

Vistos los resultados sintéticamente parece que, en general, los grupos de estudiantes son capaces de afrontar el análisis de libros de texto con cierta solvencia. No obstante, existen algunas actividades parciales que les suponen en mayor o menor medida algún grado de dificultad. En concreto:

- Traducir en modelos didácticos la secuencia de enseñanza que siguen los diferentes libros.
- Clasificar y valorar las ilustraciones de los libros de acuerdo a criterios previos.
- Contrastar los contenidos y actividades del libro con los objetivos, contenidos y competencias prescritos por la legislación educativa vigente en la fecha de edición.
- Reconocer los elementos transversales del currículo (p. ej., Educación Ambiental y Educación para la Salud) en el desarrollo de los temas del libro.

Por otro lado, los estudiantes participantes en este estudio no evidenciaron dificultades significativas en el análisis del lenguaje del libro y fueron capaces de realizar una valoración final del mismo. Quedaría pendiente para el futuro contrastar los resultados obtenidos con otros estudios internacionales y los criterios de deseabilidad didáctica para poder extraer conclusiones respecto a la idoneidad de los libros objeto de análisis.

La actividad descrita constituye además una oportunidad excelente para la toma de contacto con el principal recurso didáctico que se hallarán cuando desarrollen su periodo de prácticas en la escuelas, así como de los desafíos que para ellos supone la transposición didáctica del contenido científico a la edad y nivel educativo de sus futuros alumnos.

## Referencias bibliográficas

Aguilera, D. (2019). *Actitud hacia la ciencia y los factores moderadores: metodología participativa, ilustraciones, libros de texto y estilos de aprendizaje*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Aguilera, D. & Perales, F.J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 41-58.

Jiménez, J. D. & Perales, F. J. (2001). El análisis secuencial del contenido. Su aplicación al estudio de libros de texto de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.

Khine, M. S. (Ed.) (2013). *Critical Analysis of Science Textbooks. Evaluating instructional effectiveness*. Springer: Perth, Australia.

Perales, F. J. & 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. (2006a). Pasado, presente y ¿futuro? de los libros de texto. *Alambique*, 48, 57-63.

Perales, F. J. (2006b). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13–30

Perales, F. J. & Vílchez, J.M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique*, 70, 75-82.

Perales, F. J. & 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.

Slough, S., McTigue, E., Kim, S. & Jennings, S. K. (2010). Science textbooks' use of graphical representation: a descriptive analysis of four sixth grade science texts. *Reading Psychology*, 31,301–325.

Vílchez, J.M. (coord.), Benarroch, A., Carrillo, F.J., Cervantes, A., Fernández, M. & Perales, F.J. (2018, 3ª ed.). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria (I. Ciencias del espacio y de la Tierra)*. Madrid: Pirámide.

# Conceptos e infraestructuras didácticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en Educación Infantil: análisis de la situación en Asturias

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 43-60

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Ana Maria Segura, Antonio Torralba-Burrial 

Rebut: 06/09/2019 Acceptat: 14/10/2019

## Resumen

Con el fin de conocer qué, cómo y con qué se realizan los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en ambos ciclos de Educación Infantil, se ha enviado un cuestionario a los centros educativos de Asturias, siendo respondido por docentes en activo de 58 centros. El concepto de biodiversidad es generalmente manejado con un significado similar entre docentes en activo de Educación Infantil, y correspondiente con el concepto científico. En la consideración de especies amenazadas se observa en cambio una acepción mucho más restringida que la científica y legal. Los docentes manifestaron muy mayoritariamente que consideraban muy importante el estudio de la biodiversidad en esta etapa y que realizaban actividades con ese fin. Las dotaciones/infraestructuras didácticas más utilizadas en Educación Infantil para el aprendizaje de la biodiversidad han sido la pizarra digital interactiva, huerto escolar (si bien ampliamente infrautilizada) y patio con vegetación, siendo muy poco empleadas las salidas didácticas y el laboratorio escolar.

**Palabras Clave:** Didáctica del Medio Natural, Biodiversidad, Educación Ambiental, Educación Infantil.

## Abstract

In order to know what, how and with what the teaching-learning processes of biodiversity are carried out in both cycles of Early Childhood Education, a questionnaire has been sent to the educational centers of Asturias, being answered by teachers from 58 centers. The concept of biodiversity is generally managed with a similar meaning among teachers, and corresponding to the scientific concept. In the consideration of endangered species, a much more restricted meaning than the scientific and legal one is observed instead. Teachers considered the study of biodiversity at this stage to be very important, and carried out activities for that purpose. The didactic facilities / infrastructures most used in Early Childhood Education for biodiversity learning have been the interactive whiteboard, school garden (although widely underutilized) and schoolyard with vegetation; didactic outdoor visits and the school laboratory being rarely used, instead.

**Keywords:** Environmental didactic, Biodiversity, Environmental Education, Early Childhood Education.

## 1. Introducción y justificación

La Didáctica de las Ciencias Experimentales, tanto referida a la formación del profesorado como a su aplicación en las etapas educativas en las que desarrolla su futuro profesional el profesorado egresado (Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria), está en continua transformación. Esto resulta palpable en la identidad e intensidad con la que se refieren los conceptos científicos tratados como en las metodologías, infraestructuras y recursos didácticos empleados en estos procesos de aprendizaje. Diferencias y estilos que también se muestran en diversos manuales para la formación de maestros en las últimas décadas (Garrido Romero, Perales Palacios & Galdón Delgado, 2007; Mérida Serrano, Torres-Porras & Alcántara Manzanares, 2017). Al igual que en otras didácticas aplicadas, se va poniendo el énfasis principalmente en procedimientos y contextos, en detrimento de los conceptos (Perales Palacios, 2018). En este sentido, no siempre van de la mano los cambios en la formación inicial de maestros con los de los niveles educativos para los que se prepara a los maestros en formación. Son deseables avances conjuntos que permitan un mejor aprendizaje de las ciencias en todas las etapas educativas, retroalimentándose las innovaciones educativas diseñadas en cada ámbito y coaprendiendo desde la investigación y la aplicación didácticas, en vez de planteamientos independientes no relacionados.

Con el fin de valorar en qué medida existe sinergia entre los planteamientos desarrollados desde las áreas de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la formación de maestros y los desarrollados en los centros educativos se han realizado diversas aproximaciones, desde valorar producciones del profesorado en formación en los centros, por ejemplo a través de los Trabajos Fin de Grado implementados en las aulas (Aguirre Pérez, 2018) o el análisis de las observaciones de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los centros educativos a través de las percepciones del profesorado en prácticas (Cantó-Doménech, de Pro-Bueno & Solbes, 2016), si bien la opción más directa de lo que se hace en las aulas proviene de los docentes en activo en esos niveles. Sin embargo, las investigaciones publicadas sobre la implementación en Educación Infantil al respecto resultan escasas (Benarroch, 2010; Cantó-Doménech, de Pro-Bueno & Solbes, 2016).

En este trabajo, de la Didáctica de las Ciencias Experimentales nos centramos en la Didáctica del Medio Natural, y, más concretamente, en los procesos de enseñanza-aprendizaje llevados a cabo sobre la biodiversidad en la Educación Infantil en los centros asturianos. Este concepto científico, agrupando la variedad de la vida en todos sus niveles, desde genes a ecosistemas, es sumamente empleado en la vida cotidiana (no siempre de una forma correcta) e inserto en última instancia en el núcleo de la Educación Ambiental (tanto desde perspectivas científicas como políticas), recogándose su conservación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## 2. Investigación de fondo

La biodiversidad es un concepto que se cree ampliamente conocido, o por lo menos ampliamente comentado en la sociedad y la escuela, así como una necesidad de conservación ambiental. Y, sin embargo, algo en estos procesos no acaba de funcionar en los procesos de enseñanza-aprendizaje implementados, cuando nos encontramos cada vez más alejados de la naturaleza (Kesebir & Kesebir, 2017; Prévot-Julliard, Julliard & Clayton, 2015; Pyle, 2003), relación que se considera imprescindible para poder conseguir un desarrollo óptimo en la infancia (Corraliza & Collado, 2011; Torres-Porras et al., 2017).

Aunque se han realizado reflexiones sobre metodologías y conceptos en el aprendizaje de la biodiversidad, suelen estar basados en etapas educativas muy posteriores a la Educación Infantil en la

educación formal (Bermudez, De Longui, Díaz & Gavidia Catalán, 2014; Bermudez, De Longhi & Gavidia, 2016, Bermudez, 2018; García Gómez & Martínez Bernat, 2010) o experiencias de educación no formal con un público objetivo muy diferente (Marandino & Díaz Rocha, 2011). Planteamientos generales indican la necesidad de abordar el tema desde actividades cotidianas a partir de acciones concretas, favoreciendo una educación efectiva y transformadora (Gadotti, 2002). La escuela debería permitir integrar el estudio de la biodiversidad al tiempo que potenciar la transición ecológica, invitando, preparando y acompañando al alumnado en estas transformaciones ecosociales (Sauvé, 2017). Estas actuaciones deberían incluir tanto conocimientos directos sobre conceptos, como competencias genéricas de tipo comunicativo y específicas, sobre actitudes y procedimientos (Ruiz Heredia, 2008; Torres et al., 2017).

A tenor de lo indicado por diversos autores, es conveniente que esta Educación Ambiental comience en la primera infancia (Cutter-Mackenzie et al., 2014), integrando variedad de recursos, ya que se ha indicado la importancia de las experiencias científicas (Mérida Serrano et al., 2017), la experimentación directa (Loxley, 2018; Vega, 2012) o las experiencias de conocimiento del entorno en la naturaleza (Wells & Lekies, 2006). Entre las infraestructuras didácticas del centro escolar que se consideran relacionadas con actividades de aprendizaje de la biodiversidad en Educación Infantil estaría el huerto escolar (Aragón Núñez & Lorite, 2016; Aragón Núñez, 2017; Ceballos, 2017; Escutia, 2009), el patio con o sin vegetación (Conde Campos & Pinzolas Torremocha, 2005), el laboratorio escolar (p.e., Vidal López, 2014), un rincón específico en el aula (p.e., Miguélez, Ansedes, Vidal & Membiela, 2017) y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y del Aprendizaje y la Comunicación (TAC), como la pizarra digital y el ordenador conectado a Internet.

Pero la realidad de los centros educativos de Educación Infantil es diversa y heterogénea, y necesario conocer cuál es la situación actual en la que se encuentra el profesorado en activo de la etapa, respecto a la presencia y al uso de las infraestructuras escolares que pudieran ser adecuadas para estos procesos de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad, lo que nos devuelve al punto de que resultan relativamente escasas las experiencias de educación ambiental publicadas en Educación Infantil (y especialmente la relativas a la biodiversidad, véase Cantó Doménech, de Pro Bueno & Solbes, 2016; Varela-Losada et al., 2016). Y eso, pese a la profusión de modos en las que las maestras de esta etapa exponen de forma heterogénea sus actividades en formatos no académicos (blogs de colegios o personales, redes sociales...).

### 3. Objetivos / preguntas de investigación

El objetivo principal de este trabajo es analizar conceptos empleados en el aprendizaje de la biodiversidad en la etapa de Educación Infantil en los centros educativos de Asturias, así como las infraestructuras didácticas disponibles y empleadas en ese proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para su consecución se ha dividido en los siguientes objetivos secundarios:

- Averiguar conocimientos existentes acerca de la biodiversidad en docentes en activo de centros educativos de Asturias.
- Recoger cómo se aplica este concepto en Educación Infantil.
- Conocer las diferentes infraestructuras/dotaciones didácticas de cada centro que puedan relacionarse con el aprendizaje de la biodiversidad y si estas son utilizadas en esta etapa educativa.

## **4. Metodología / escenario de investigación**

### **4.1 Diseño y aplicación del cuestionario**

El método de investigación utilizado para recopilar la información necesaria para el desarrollo de este trabajo ha sido la encuesta a los docentes en activo de Educación Infantil a través de sus centros educativos. A fin de cuentas, si lo que se quiere investigar es qué intentan las docentes que aprenda el alumnado de Educación Infantil, y con qué metodología y recursos lo intentan, preguntar a dichas docentes en activo parece una buena idea (Cantó Doménech et al., 2016).

Se ha diseñado específicamente para este trabajo un cuestionario en línea mediante la herramienta de Formularios de Google (Google Forms), para facilitar la respuesta en un entorno amigable e independiente del dispositivo del encuestado o su software. Tras diseñar una primera versión del cuestionario, se revisó la adecuación de los ítems a lo que se deseaba valorar, se modificaron las preguntas para su lectura en positivo, se añadieron ítems para facilitar que todo docente interesado en contestar el cuestionario tuviera alguna opción de contestación positiva real con infraestructuras didácticas y se verificó su implementación con respuestas de prueba que reflejaban situaciones reales y que fueron posteriormente eliminadas. El cuestionario final ha incluido en total 19 ítems: cinco destinados a la categorización del centro educativo; uno para comprobar en qué sentido era considerado el concepto de biodiversidad; cinco para explorar cómo se implementa el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en la Educación Infantil, en el caso que se realice, y cómo consideran docentes en activo que podría actuar desde esta etapa educativa para fomentar su protección; cuatro ítems para explorar las infraestructuras didácticas disponibles o empleadas en cada centro por el profesorado de Educación Infantil; y tres para indicar percepciones/conocimientos concretos sobre la biodiversidad expresados por los docentes. La exploración pretende recoger la mayor parte de la riqueza de infraestructuras didácticas y metodologías empleadas en los centros educativos asturianos, por lo que se han combinado preguntas de respuestas cerradas con otras de respuestas abiertas y, en todo caso, se ha permitido en las referentes a infraestructuras el relleno de una opción abierta para complementar las propuestas. Finalmente, se ha incluido una pregunta abierta posibilitando la inclusión de comentarios adicionales sobre la enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en Educación Infantil (tabla 1).

Tabla 1: Esquema del cuestionario diseñado.

| Ítems cuestionario   | Opciones   |
|--|--|
| <b>Sección categorización centro educativo</b>   |  |
| Nombre   | Pregunta abierta   |
| Ubicación  | Pregunta abierta (se espera localidad o concejo cuando posible)  |
| Tipo del centro escolar (según tipología Educastur)  | Centro de Educación Infantil (CEI)<br>Centro de Educación Básica (CPEB)<br>Colegio Rural Agrupado (CRA)<br>Colegio Público (CP)<br>Colegio (titularidad privada) (COL)<br>Escuela de Educación Infantil (EEI)<br>Ninguno de los anteriores |
| Tamaño de su centro: alumnado  | Se espera número   |
| Tamaño localidad centro: nº personas   | Se espera número   |
| <b>Sección didáctica de la biodiversidad</b>   |  |
| ¿Cómo definiría el concepto de biodiversidad?  | Pregunta abierta   |
| ¿Se trabaja el concepto de biodiversidad en las aulas de Educación Infantil?                   | Sí/No  |
| Si su respuesta anterior ha sido sí, describa brevemente de qué modo lo hacen                  | Pregunta abierta   |
| ¿Qué actividades enfocadas a este tema se llevan a cabo?                                       | Pregunta abierta   |
| ¿Considera la biodiversidad un aspecto importante a trabajar en las aulas?                     | Sí/No  |
| ¿Se puede fomentar la protección de la biodiversidad desde la escuela? ¿cómo?                  | Pregunta abierta   |
| ¿Qué tipo de infraestructuras / dotaciones posee el centro?                                    | Huerto escolar<br>Laboratorio<br>Pizarra digital<br>Patio con zona de vegetación<br>Patio con (o en inmediación de) charca/río<br>Otra (se separa como pregunta abierta)   |
| De las que dispone el centro ¿cuáles se utilizan con alumnado de Educación Infantil?           |  |
| ¿Hay alguna especie en peligro de extinción en la zona en la que se encuentra? ¿cuál(es)?      | Pregunta abierta   |
| ¿Qué problemas pueden surgir a raíz de la pérdida de la biodiversidad?                         | Extinción de especies<br>Pérdida de la diversidad funcional<br>Impacto sobre los ecosistemas<br>Impactos económicos para el ser humano<br>Impactos culturales para el ser humano   |
| Considera que las causas principales que están ocasionando la pérdida de la biodiversidad son: | Calentamiento global<br>Falta de reproducción de las especies<br>Ausencia de alimentos<br>Ausencia de agua<br>Presencia de especies invasoras<br>Destrucción del hábitat<br>Caza/pesca/recolección<br>Contaminación ambiental              |
| Algún otro comentario sobre la enseñanza-aprendizaje biodiversidad en Educación Infantil       | Pregunta abierta   |

Dicho cuestionario se ha enviado por correo electrónico en tres ocasiones (en abril, principios y finales de mayo 2018) a los 385 centros en los que se imparte Primer o Segundo Ciclo de Educación Infantil en Asturias, de acuerdo con la base de datos de la Consejería de Educación del Gobierno del Principado de Asturias (Educastur, 2018; <https://www.educastur.es>). En el segundo y tercer envío no se incluyeron los centros que ya habían respondido (aunque fuera para contestar que no iban a realizar la encuesta), para limitar las molestias para el personal docente.

#### 4.2 Caracterización de la muestra obtenida

Se han obtenido 58 cuestionarios respondidos, los que representa un 15% del total de centros educativos de Asturias que incluyen la etapa de Educación Infantil en primer o segundo ciclo. Este nivel de respuesta no ha sido homogéneo entre tipos de centros educativos, siendo bastante inferior entre centros de Primer Ciclo de Educación Infantil (11% de las EEI, 8% de los CEI) y muy superior entre las tipologías menos habituales (19% de los CRA y 22% de los CPEB). El resto de los centros educativos con Segundo Ciclo de Educación Infantil, los más numerosos, respondieron en un porcentaje muy similar (14% los de titularidad pública, 15% los de privada).

Casi la mitad (47%) de la muestra así obtenida está formada por Colegios Públicos con Segundo Ciclo de Educación Infantil. Los colegios de titularidad privada del Segundo Ciclo representan un 16%, mismo porcentaje que las Escuelas de Educación Infantil de Primer Ciclo, representando un porcentaje inferior otras tipologías (Figura 1).

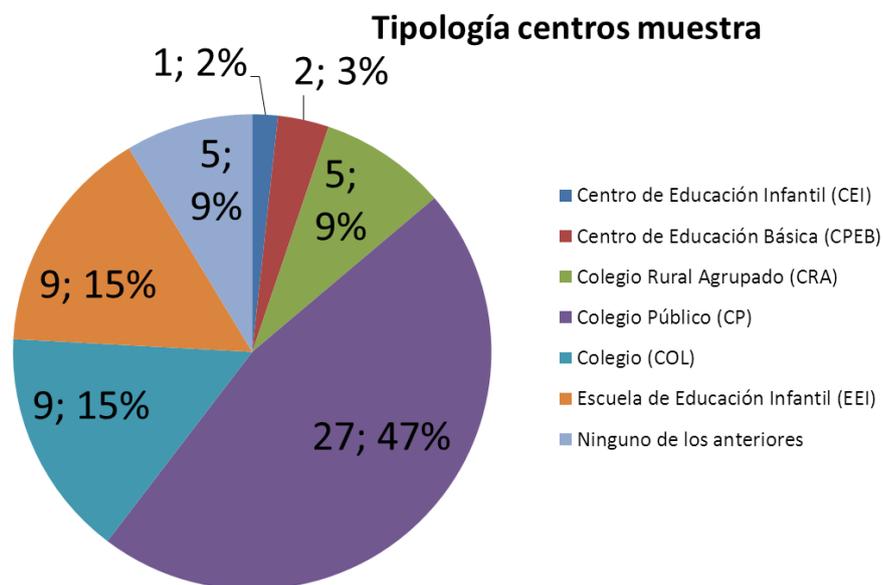


Figura 1. Caracterización de los centros presentes en la muestra según su tipología (n = 58).

El tamaño de los centros educativos que han contestado varía entre algo menos de 20 alumnos y casi 2000, si bien el 60% de los centros se encontraban por debajo de los 200 alumnos y un tercio entre los 300 y los 1000, con diferencias entre tipologías (Figura 2).

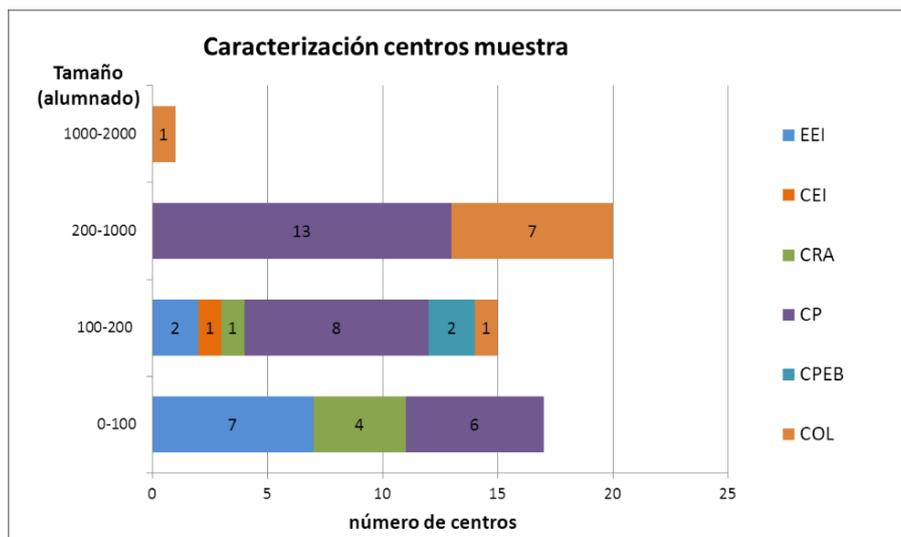


Figura 2. Caracterización de los centros que han contestado según tamaño y tipología.

La mitad (52%) de los centros educativos que respondieron se encuentran en localidades de más de 10 000 habitantes (de hecho, el 22% de los centros pertenecen a la capital Oviedo, y el 9% a la ciudad con mayor población de Asturias, Gijón), estando igualmente representados los pertenecientes a localidades de menos de 1000 habitantes y entre 1000 y 10000.

## 5. Resultados

### 5.1 Conocimientos sobre biodiversidad

La primera pregunta que nos encontramos está relacionada con el tema central de la encuesta, es decir el concepto de Biodiversidad. Para averiguar qué concepto manejaban los docentes de Educación Infantil se les ha preguntado cómo lo definirían, obteniendo la respuesta de 56 docentes. El concepto de biodiversidad está plenamente integrado en nuestra cultura, y en general los docentes manejan el mismo significado, aunque puedan expresarlo de formas distintas. La biodiversidad está explícitamente asociada al concepto de variedad en un tercio de las respuestas (32%), y al más literal de diversidad en casi otro cuarto (23%). En la mayor parte de los centros los docentes definen la biodiversidad como la variedad de especies que viven en un espacio determinado, si bien el 9% indican el conjunto del planeta como ese territorio, haciendo referencia por tanto a la biodiversidad de La Tierra en su conjunto. En algunos casos especifican que son especies animales y vegetales (29%), en otros indican que son el conjunto de los seres vivos (20%), de las formas de vida o de la vida en sí misma (18%), pero manteniendo el significado del concepto en su definición.

No obstante, también se han localizado concepciones alternativas para el término biodiversidad, que no se corresponderían con la definición de Edward O. Wilson ni la de los manuales de Ecología al uso. Así, el 4% de los docentes indican que la biodiversidad es el estudio de las diferentes especies animales y vegetales, otro 4% considera que hace referencia a su conservación, otro 4% considera que es la convivencia de las especies (para un 2% en convivencia armoniosa) y otro 2% considera equivalentes los conceptos de biodiversidad y entorno natural. Finalmente, una respuesta muestra confusión con el tema del formulario, al asociar el concepto a la diversidad del alumnado.

Una vez definido el concepto de biodiversidad, se buscó comprobar si la identificaban como parte de las cuestiones que se trabajaban en Educación Infantil, contestado afirmativamente por el 86% de los

docentes que respondieron. No obstante, todos los centros consideran que es un aspecto importante que trabajar en las aulas.

## 5.2 ¿Cómo se trabaja la biodiversidad en Educación Infantil?

A aquellos que han contestado que lo trabajan en Educación Infantil, se les ha pedido indicar de qué modo se hace. Un 14% no indican la metodología concreta que emplean, sino que exponen el aprendizaje sobre flora y fauna o ciertos ecosistemas de una forma general. En cambio, el 44% de los centros afirma emplear "proyectos" para el trabajar la biodiversidad, si bien no se ha analizado el concepto de "proyecto" considerado por cada centro, y las repuestas proporcionadas parecen mostrar una cierta heterogeneidad de significados para docentes en activo. El 5% indican que realizan proyectos o unidades didácticas concretas referidas a animales (ya sea en general, a un grupo de ellos o a una especie en concreto) y al medio ambiente, mientras que otro 5% indican que lo integran en otras (o en todas) las unidades didácticas que trabajan a lo largo del curso. Así, el 4% afirman consideran como uno de los centros de interés dentro de cada proyectos o unidad didáctica a los animales, mientras que el 2% incluye también a las plantas como centro de interés. La tercera parte (34%) asocia el aprendizaje de la biodiversidad con aquella que se encuentra en su entorno más próximo (desde trabajos y observaciones en el recinto del colegio - patio y/o huerto- hasta las cercanías al centro). Un 10% especifica el uso del huerto escolar para el aprendizaje de la biodiversidad, mientras que sólo un 7% de los centros escolares afirma realizar salidas didácticas para su aprendizaje, correspondiéndose con un CRA y tres CP con menos de 300 alumnos cada uno. El empleo de cuentos o libros infantiles para esta cuestión es indicado únicamente por un 3%.

Algunas de las repuestas son sumamente esclarecedoras en cuanto a los conceptos que se aprenden o la metodología que se sigue en el centro educativo al tratar este tema, por lo que las transcribo a continuación

- Se trabaja desde los ecosistemas, desde la diversidad genética pero también cultural. Se trabajan también todas las conexiones y relaciones entre especies y entre especies y entorno.
- El colegio se encuentra en un entorno privilegiado, con 100 m<sup>2</sup> de naturaleza cuidada, con 150 especies de árboles y arbustos catalogados en el jardín botánico.
- Se trabaja de distintas formas. Ya sea a través de comentarios en asamblea en las que los niños cuentan experiencias, en los libros que se llevan a casa o como contenido propiamente dicho a través de actividades de fichas o proyectos.
- Acercamos a nuestro alumnado a su entorno inmediato, a través de distintas experiencias y proyectos experimentan en ocasiones, verbalizan en otras y disfrutan en todas del entorno que les rodea, animales, plantas, climatología, sabores... Partimos del entorno inmediato y de sus cambios a lo largo del año. Después pasamos a otros entornos que no viven cotidianamente: selva, mares, continentes... También intentamos tener algún animal en la escuela con lo que fomentamos el cuidado de seres vivos, ahora tenemos gusanos de seda.
- Tipos de árboles y paisajes, climas, proyecto la vuelta al mundo.
- Desde la necesidad de conocer en qué modo las personas nos beneficiamos de la misma y de qué manera influimos nosotras, las personas, en la misma.
- A través de la sensibilización y la autoconstrucción de conocimiento sobre el medio que nos rodea, la implicación y participación del alumnado en la defensa y protección del entorno cercano en todos sus comportamientos cotidianos.

- A través de educación en valores, de manera transversal.

### 5.3 Tipo de actividades implementadas

La mayor parte de los centros afirman trabajarlos mediante salidas didácticas, la realización de proyectos, haciendo uso del huerto escolar, y mediante el reciclaje. También hay centros que trabajan los animales y plantas de los distintos entornos, ven documentales y hablan sobre ellos, lo trabajan desde la perspectiva del cuidando el medio ambiente, mediante la colaboración familiar, el trabajo globalizado, realizando experimentos o investigaciones. Otros describen actividades más concretas como la plantación de semillas o la existencia de gusanos de seda en el aula.

Algunas de las respuestas que destacaría son las siguientes:

- Cambio climático. Contaminación. Relación del hombre con el medio que lo rodea. Actitudes responsables. Consumo responsable. Conocemos algunas especies del planeta y también pequeños ecosistemas como una charca. Visita al jardín botánico. Este año se trabaja también desde Célula Europa.
- Dentro de las programaciones didácticas, existen actividades destinadas a la integración de los niños con el entorno. Paseos por los alrededores, para ver los caballos de la hípica vecina, jugar en el riachuelo cercano y sobre todo aprender a valorar desde muy pequeños a todos los seres vivos que nos rodean. En infantil hay diseñadas unidades de indagación específicamente diseñadas para trabajar la biodiversidad y este trabajo se profundiza en primaria.
- Este trimestre, concretamente, estamos trabajando el proyecto de las abejas. Con ello los niños conocen las características y formas de vida de este ser vivo junto con la importancia que tienen para los humanos.
- Cada programación mensual dedicamos un apartado al medio ambiente y en primavera y verano, por la climatología especialmente. Participamos en un eco huerto, se planta, se cuida y se observa la evolución de las plantas. Tenemos algún animal en la escuela que cuidamos todo el curso: peces, tortugas, gusanos de seda. Y ven su desarrollo. Elaboración de materiales de reciclaje, etc...
- En el caso de nuestro centro trabajamos con una metodología de ABP, el mundo de los animales, un proyecto de huerto escolar ecológico, un proyecto sobre el reciclado de los materiales de desecho, un proyecto de alimentación saludable.

La mayor parte de los centros coincide con las respuestas anteriores, con la diferencia que algunos han tratado de ser más explícitos.

Otra de las preguntas que se les ha planteado es si se puede fomentar la protección de la Biodiversidad desde la escuela, y de qué forma. Las respuestas más frecuentes han sido el cuidado y respeto de la naturaleza, el conocimiento de las especies, explicar la importancia que tiene, dando ejemplo, reciclando o visitando ecosistemas de nuestro alrededor.

Sin embargo, también se han registrado otras respuestas diferentes a las anteriores, como, por ejemplo:

- Actitud y consumo responsable. Cuidado y respeto a las plantas y animales de nuestro entorno más cercano que se puede extrapolar a entornos más abiertos o lejanos. Visitas al Eco huerto. Visitas al zoo, acuarios. Visitas a centros de rescate de animales.

- Desde la transmisión de los valores y la sensibilidad por la naturaleza. La toma de conciencia de los niños sobre la importancia de cuidar y proteger el entorno. El papel responsable que tenemos en el mantenimiento de un entorno sano.
- Enseñándoles a valorarla, cuidarla y respetarla. En infantil es muy importante actuar como modelos y en nuestro día a día llevar a cabo medidas como cuidar las plantas de nuestro patio o del aula y aprender a no molestar a los animales que vienen en ellas. También darle importancia al reciclaje o la reutilización de materiales de aula. Los más pequeños tienden a deshacerse de las cosas rápidamente. En nuestra aula las cosas se usan varias veces para distintos fines normalmente relacionados con manualidades.
- Con un taller sobre la diferencia entre abejas y avispas asiáticas, otro sobre la contaminación de los ríos y cómo afecta a la vegetación y fauna del río.

#### 5.4 Infraestructuras didácticas disponibles y utilizadas

Únicamente un 14% de los centros dispone solo de una de las infraestructuras/dotaciones por las que se preguntaba (bien la pizarra digital, bien el huerto escolar o el rincón específicamente diseñado para este fin). La cuarta parte de los centros disponía de dos de estos recursos didácticos, otro cuarto de tres, un 18% cuatro y solo un 7% cinco. El elemento presente en casi todos los centros es la Pizarra Digital (79%), dos tercios poseen un huerto escolar (72% si les sumamos los que emplean como sustituto huertos verticales o de mesa, o realizan visitas a huertos cercanos, fuera del colegio), el 60% (al menos un) patio con (al menos una) zona con vegetación, un poco menos de la mitad un laboratorio (44%), y un 12% el patio con (o inmediación) charca o río (Figura 3). Otras infraestructuras didácticas consideradas por los maestros han sido la compostadora, una pomarada (campo de manzanos), un parque cercano, un rincón específico para el estudio de la biodiversidad (con terrarios, pequeñas plantaciones y experimentos) y un arenero (si bien no se han indicado actividades concretas en este último).

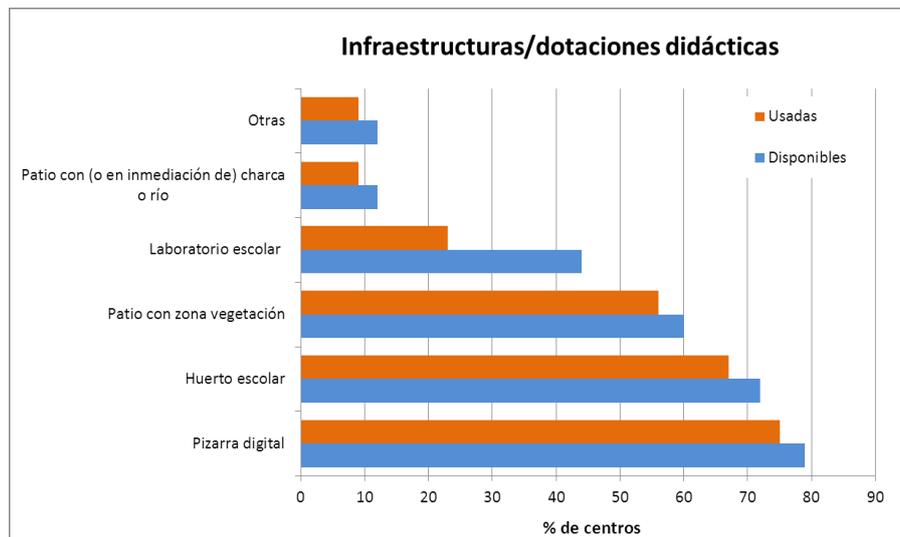


Figura 3. Infraestructuras o dotaciones didácticas disponibles y utilizadas en los centros educativos para el aprendizaje de la biodiversidad en Educación Infantil (n = 55).

Se observan algunos planteamientos generales diferentes según tipología de centros. Así, únicamente el 11% de los colegios de titularidad privada que han respondido disponen de un huerto escolar, mientras que las tres cuartas partes de los colegios públicos lo tienen, de forma similar a las Escuelas de Educación Infantil, siendo más elevados los porcentajes en el resto de tipologías. En el caso del patio

con zona con vegetación, los porcentajes disminuyen al 66% en los colegios públicos, 44% en las Escuelas de Educación Infantil y no se dispone en el único CEI que contestó, manteniéndose en el resto como el recurso anterior. El laboratorio presenta el patrón contrario: todos los colegios de titularidad privada afirman poseer uno, al igual que los Colegios Públicos de Enseñanzas Básicas, porcentaje que baja al 41% en los colegios públicos y a ninguno en los Colegios Rurales Agrupados (los centros de primer ciclo no disponen ni necesitan laboratorio, como es esperado).

El porcentaje de centros que, disponiendo de estas infraestructuras, las utilizan en Educación Infantil, es muy elevado, rondando o superior al 90% salvo en el caso del huerto, con un empleo un poco inferior (83%) y el laboratorio escolar, ese sí muy poco empleado en Educación Infantil (solo el 23% de los centros que dicen disponer de él lo utilizan en esta etapa educativa).

Al hablar sobre biodiversidad, se ha considerado apropiado preguntar si en sus respectivas zonas hay algún tipo de especie en peligro de extinción, mostrando que la gran mayoría de los centros desconocen dicho dato, otros en cambio niegan su existencia. Entre los que han contestado de forma afirmativa, se observa el predominio de animales como el oso pardo, seguido del urogallo, águila, buitre, salmón o el cormorán [moñudo] (Figura 4). Teniendo en cuenta las respuestas, en muchos casos la zona a la que parecen referirse es la comunidad autónoma, en otros podría ser el municipio. Los ejemplos de plantas amenazadas son más raros: el acebo y plantas dunares. En un caso se indican otras especies que no se consideran catalogadas, pero sí con poblaciones disminuidas en el concejo que se pueden tratar en el aula (murciélagos, cucos, golondrinas, ranas, codornices, lobos, castaños...) (no obstante, algunas de ellas sí que estarían también catalogadas).

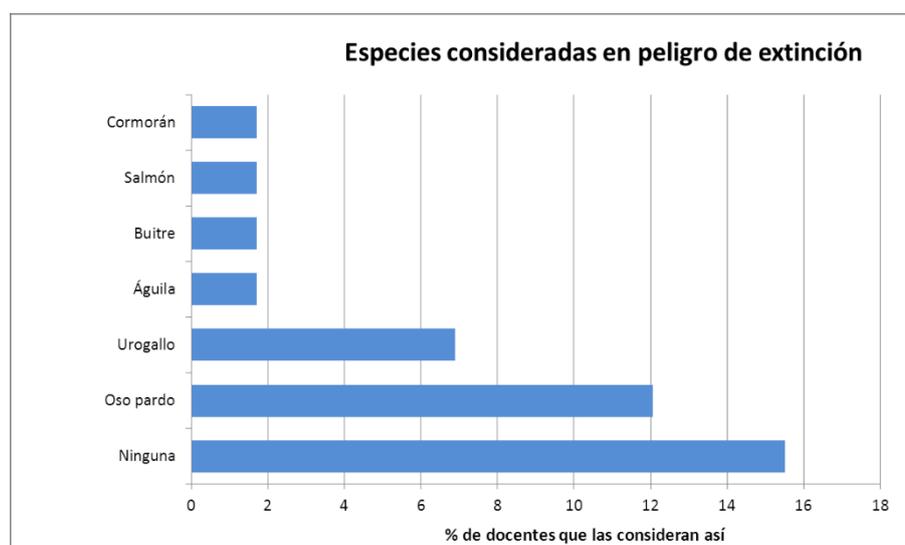


Figura 4. Especies consideradas por los docentes de Ed. Infantil en peligro de extinción en las cercanías de los centros (n = 33).

Los docentes en activo seleccionan principalmente como causas de la pérdida de la biodiversidad el calentamiento global, la contaminación ambiental y la destrucción del hábitat (Figura 5). En cuanto a los problemas que puede generar esta destrucción de la biodiversidad, los que han sido percibidos como más importantes han sido la extinción de especies y su impacto sobre los ecosistemas (Figura 6).

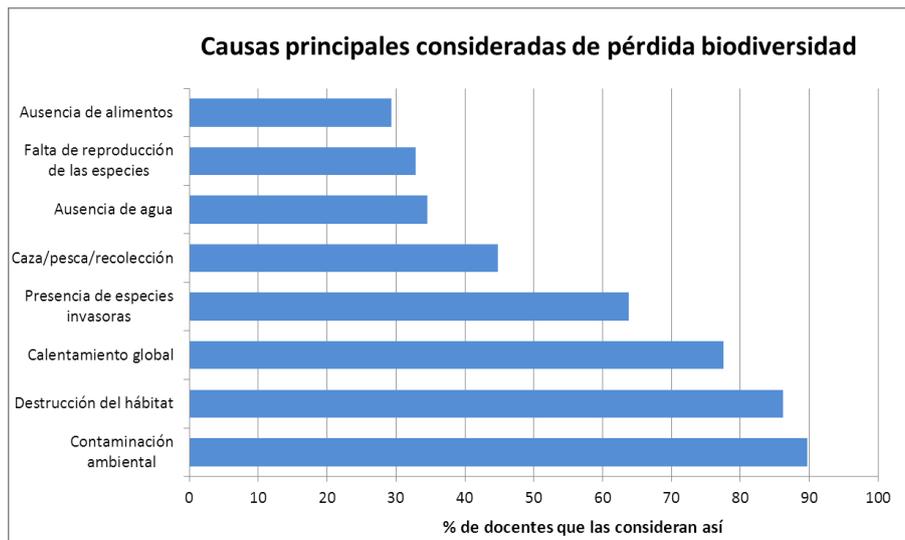


Figura 5. Percepciones de los docentes en activo de Educación Infantil sobre las causas principales que están ocasionando la pérdida de la biodiversidad (n = 58, cada docente podía elegir todas aquellas que considerara causas principales).

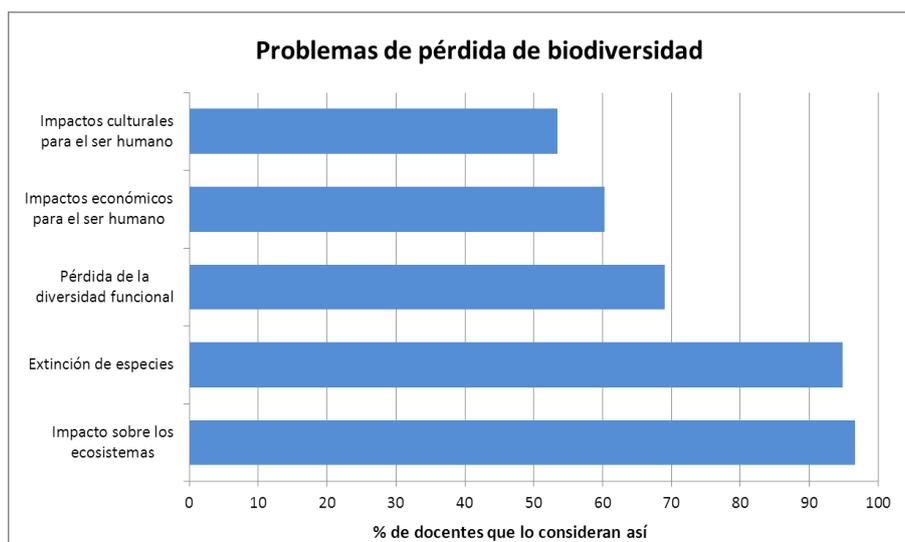


Figura 6. Percepciones de los docentes en activo de Educación Infantil sobre los problemas que puede originar la pérdida de la biodiversidad (n= 58).

## 6. Discusión

El concepto de biodiversidad está plenamente integrado en nuestra cultura, y en general los docentes manejan un significado similar, aunque puedan expresarlo de formas distintas. Diversidad y variedad están íntimamente ligadas a su definición para gran parte de los docentes, en gran parte identificados con la diversidad de especies de una zona determinada. Definiciones más o menos académicas o de aceptación más general, como la del Convenio de Naciones Unidas sobre Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica (<https://www.cbd.int/>), inciden en que la variabilidad que compone la biodiversidad incluye más que la diversidad de especies, dando cuenta también de la variabilidad dentro de las especies y de la variabilidad de los ecosistemas y de los complejos ecológicos de los que forman parte. Esta ampliación del concepto de biodiversidad es tenida en cuenta solo por un porcentaje menor

del profesorado de infantil en activo (por lo menos conscientemente, según las respuestas al cuestionario). En este contexto, los docentes en ejercicio poseen información y conocimientos, en mayor o menor medida, pero es posible que fuera necesario refrescarlos en aquellos casos que más se alejan del concepto de biodiversidad. Confusiones de la biodiversidad con su estudio o con su conservación (o con la sensibilización ambiental) alcanzan el 8% de las respuestas, tal vez debido a que se abordan de forma conjunta con este concepto. Otras concepciones alternativas pueden considerarse más alejadas, como el que la biodiversidad implica convivencia armoniosa, por ejemplo. La pregunta sobre especies amenazadas tenía por objeto valorar en qué medida ese conocimiento de la biodiversidad, aplicado a una cuestión local y singular, estaba interiorizado entre los docentes. Los docentes consideran importante sensibilizar al alumnado sobre la biodiversidad y las especies amenazadas, pero luego muestran respuestas relativamente escasas sobre su posible presencia en el entorno próximo (o regional, dependiendo de las respuestas obtenidas). El Listado de Especies Silvestres de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas incluye unas 900 especies, mientras que el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Asturias incluye poco más de 80 (en ambos casos considerando animales y plantas) y la mayoría de los docentes ha respondido con alguna especie efectivamente amenazada, pero estas han sido en general las más llamativas, casi siempre animales emblemáticos en Asturias (oso pardo, urogallo, águila...), escasamente nombradas algunas plantas y ningún invertebrado. Sí que resulta positiva la inclusión entre las respuestas de grupos, efectivamente amenazados, que no suelen considerarse como tales o no tratarse de esa manera en Educación Infantil (p.ej., murciélagos, salmón...).

Uno de los resultados más sorprendentes ha sido el 13,8% que considera que no trabaja la biodiversidad en las aulas de Educación Infantil. Esto puede estar relacionado con lo analizado en centros educativos de Valencia, donde maestras en formación indicaban que en las aulas de Educación Infantil donde realizaban sus prácticas se trabajaban conceptos de ciencia más como una incorporación inconsciente en las clases que intencionada (Cantó Doménech et al., 2016). Se pueden observar paralelismos con alguna de las respuestas recibidas, en la que la docente indicaba que no se trabajaba la biodiversidad como tal, pero sí especies animales y vegetales. En todo caso, hay que tener en cuenta que los animales son una de las temáticas científicas más tratadas en Educación Infantil, o por lo menos así es percibido por los maestros en formación (de Pro Chereguini, de Pro Bueno & Rodríguez Moreno, 2018).

Además, cabe destacar, tal y como indican en otras de las preguntas de la encuesta, que todos son conscientes de la gran importancia que tiene la biodiversidad y que se puede fomentar su protección desde la escuela. Además de aquellos que incluyen la sensibilización ambiental o de conservación de la biodiversidad directamente dentro de su concepto de biodiversidad, docentes en activo de Asturias realizan actividades de reciclaje, inculcan hábitos basados en el cuidado y respeto de la naturaleza, imparten conocimientos sobre especies, realizan salidas didácticas...

El modo de trabajar este concepto y las actividades llevadas a cabo en las aulas, son muy diversas tal y como se ha visto en los datos aportados. La omnipresente pizarra digital es el recurso más empleado para explicar cuestiones relativas a la biodiversidad en Educación Infantil, al igual que lo observado en centros valencianos para el conjunto del aprendizaje en ciencias experimentales (Cantó Doménech et al., 2016). No obstante, poco se indica en las respuestas de la metodología seguida con esta dotación, más allá de la utilización para mostrar información o vídeos sobre seres vivos. La introducción de cuestiones relacionadas con la biodiversidad en los proyectos o unidades didácticas desarrolladas en el aula de infantil, o su integración de forma general en los procesos de aprendizaje, son mayoritarios, siendo más escasos los planteamientos en los que se realizan proyectos específicos para ello. Estas cuestiones también tienen cierto paralelismo con lo observado en Valencia: inclusión en casi todos los casos de contenidos sobre los seres vivos (89%, pero el que no respondieran afirmativamente todos los docentes es posible que se deba a diferencias con la forma de enfocar la respuesta), aunque con tratamiento específico menor.

La presencia del huerto escolar y su empleo en Educación Infantil resulta amplia en el caso de Asturias (67%), diez puntos más alto que en el caso valenciano (57%). Esta amplia utilización puede estar relacionada con la popularización del uso de esta infraestructura didáctica en los últimos años (Escutia, 2009; Romón Salinas, 2014; Eugenio Gozalbo & Aragón Núñez, 2016, y referencias allí incluidas). Y, no obstante, hay algunas cuestiones que llaman profundamente la atención de las respuestas obtenidas. La primera, que el porcentaje de centros que dicen emplear el huerto escolar para el aprendizaje de la biodiversidad es mucho más escaso (10%) que los que dicen utilizarlo en esta etapa, por lo que claramente es un recurso infrautilizado en Educación Infantil, al que se le podría sacar más partido con un diseño de las actividades a realizar que tuviera en cuenta la biodiversidad. La segunda cuestión que llama la atención es la importante diferencia entre tipologías de centros en cuanto a la presencia y uso del huerto escolar. El porcentaje de los colegios de titularidad privada que han contestado a la encuesta que presenta huerto escolar es muy inferior al de los colegios de titularidad pública, las escuelas de primer ciclo y el resto de las tipologías.

Las salidas didácticas para el estudio de la biodiversidad son menos utilizadas de lo esperable, especialmente si lo comparamos con los resultados valencianos, donde casi el 80% de los centros afirmaban realizar salidas a parajes naturales (Cantó Doménech et al., 2016). Las discrepancias podrían deberse a que efectivamente los centros asturianos que han contestado a la encuesta realizan menos salidas, o a que sí que las realizan, pero no las asocian a aprendizajes relacionados con la biodiversidad, de forma similar a lo que pasaba con la utilización del huerto escolar.

El patio con (al menos una) zona con vegetación es también una infraestructura muy utilizada por las docentes de Educación Infantil en los centros asturianos, aparentemente donde se llevan a cabo experiencias del alumnado con la biodiversidad de su entorno cercano. Y es que la mejora de los patios desde un punto de vista ambiental, con la inclusión de zonas verdes y/o árboles, permite convertirlos en espacios para el aprendizaje de la biodiversidad (Conde Campos & Pinzolas Torremocha, 2005).

El laboratorio escolar es de las infraestructuras menos utilizadas en Educación Infantil, lo que es normal porque la mayor parte de las actividades experimentales que se plantean en esta etapa podrían realizarse también en el aula, sin ser por tanto realmente necesario el laboratorio (como infraestructura) en ninguno de los dos ciclos de esta etapa (ver ejemplos de actividades en Vega, 2006, 2012). De hecho, ninguno de los centros de primer ciclo dispone de uno. En el caso de los de segundo ciclo, se indica una mayor presencia y un mayor uso en Educación Infantil en los colegios de titularidad privada frente a los de titularidad pública (33 frente a 7%).

Otras infraestructuras menos comunes, detectadas cada una en un solo centro, y que aportan una gran riqueza para el estudio de la biodiversidad con un correcto aprovechamiento, pueden ser una pomarada (campo con manzanos) y una zona arbolada de especies autóctonas variadas (el "bosque escolar"). Su integración en los procesos de enseñanza-aprendizaje es variada, pero ambos elementos son valorados como señas importantes en sus centros, con actividades específicas de aprendizaje de la biodiversidad, el medio natural y las ciencias en el segundo ciclo de Educación Infantil.

Aquellos centros que han manifestado la realización de más actividades, con mayor abanico de metodologías y más dirigidas al aprendizaje de la biodiversidad, han sido aquellos que disponían de más infraestructuras didácticas relacionadas. En especial, aquellos que disponían de patios naturalizados (al menos parcialmente), con zonas con vegetación y huertos escolares. También aquellos que aprovechaban otras formas de acceso a la biodiversidad saliendo a visitar equipamientos didácticos externos (como centros de interpretación, aunque sin haber manifestado asistencia a aulas específicas de naturaleza como lo recogido en Sanz Alonso, Sistiaga Poveda, Urkidi Elorrieta, Andoño Erdozain & Orbeagoza Rezola, 2018). Para un óptimo desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje la

biodiversidad es importante que los centros dispongan de las infraestructuras necesarias, y que las empleen en esta etapa educativa.

## 7. Conclusiones

- El concepto de biodiversidad es generalmente manejado con un significado similar entre docentes en activo de Educación Infantil, incidiendo en su relación con diversidad y variedad/variabilidad, si bien se dan también interpretaciones más restringidas de lo que se interpreta por variedad total de la vida y se han detectado otras concepciones alternativas.
- El concepto de especie amenazada es empleado de forma mucho más restringida por la mayoría de los docentes de Educación Infantil que lo aplicado en Biología de la Conservación y en la legislación ambiental, indicando las respuestas que se debe mejorar la información que reciben/han recibido a este respecto.
- Los 13,8% docentes en activo indican que no trabajan la biodiversidad en las aulas de Educación Infantil, mostrando más bien diferencias conceptuales sobre lo que representa la biodiversidad o su aprendizaje que el hecho de que realmente no se haga en las aulas.
- Todos los docentes consideran que la biodiversidad reviste gran importancia y que se puede fomentar su protección desde la escuela. Suelen incluir la sensibilización ambiental o actividades relacionadas en sus programaciones didácticas.
- Las dotaciones/infraestructuras didácticas más utilizadas en Educación Infantil para el aprendizaje de la biodiversidad han sido la pizarra digital interactiva, huerto escolar y patio con vegetación. Se detectan recursos singulares de gran interés, como un "bosque escolar" y una pomarada.
- Las salidas didácticas para el aprendizaje de la biodiversidad y el laboratorio escolar son menos empleados (en este aprendizaje o en general en la Educación Infantil).

## Referencias bibliográficas

Aguirre Pérez, C. (2018). Medio Ambiente y Sostenibilidad en los Trabajos Fin de grado de los futuros maestros de Infantil y Primaria. En: C. Martínez Losada & S. García Barros (eds.) 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 511-516). A Coruña: Universidade da Coruña.

Aragón Núñez, L. (2017). El huerto ecológico: Un recurso innovador para contribuir a las competencias para el desarrollo sostenible en la formación inicial de maestros/as. En S. Pérez-Aldeguer, G. Castellano-Pérez, y A. Pina-Calafi (Coords.), *Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 136-146). Eindhoven, NL: Adaya Press.

Aragón Nuñez, L. & Lorite, I.M.C. (2016). Del Huerto Ecológico Universitario al aula de infantil: experiencias educativas en torno a problemas ambientales en la etapa de Infantil. *Educación preescolar e infantil*, 2(1), 45-46.

Benarroch, A. (2010). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas educativas de Infantil y Primaria. En: Abril, A.M. & Quesada, A. (eds). *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 32-52). Baeza: Ser. Pub. Univ. Jaén

Bermudez G.M.A. (2018). ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación.. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1102. Doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2018.v15.i1.1102

Bermudez, G.M.A., De Longhi, A.L., Díaz, S. & 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. Doi: 10.5565/rev/ensciencias.1129

Bermudez G.M.A., De Longhi A.L. & Gavidia V. (2016). El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 527-543.

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), 25-50. Doi: 10.5565/rev/ensciencias.1870

Ceballos, M. (2017). Aprovechamiento didáctico de los huertos escolares en centros de Sevilla. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra-2017), 787-792.

Conde Campos, O., & Pinzolas Torremocha, J. A. (2005). Los patios de recreo: espacios para la biodiversidad. *Aula de Innovación Educativa*, 140, 54-57.

Corraliza, J.A. & Collado, S. (2011). La naturaleza cercana como moderadora del estrés infantil. *Psichotema*, 23, 221-226.

Cutter-Mackenzie, A., Edwards, S., Moore, D. & Boyd, W. (2014). *Young children's play and environmental education in early childhood education*. Springer Science & Business Media.

De Pro Chereguini, A., de Pro Bueno, A. & Rodríguez Moreno, J. (2018). ¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza en el Grado de Educación Infantil? En: C. Martínez Losada & S. García Barros (eds.) *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 601-606). A Coruña: Universidade da Coruña.

Escutia, M. (2009). *El huerto escolar ecológico*. Barcelona: Graó.

Eugenio Gozalbo, M. & Aragón Núñez, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(3), 667-679.

Gadotti, M. (2002). *Pedagogía de la Tierra*. Buenos Aires: Siglo XXI.

García Gómez, J. & Martínez Bernat, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias*, 28(2), 175-184.

Garrido Romero, J.M., Perales Palacios, F.J. & Galdón Delgado, M. (2007). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson Educación.

Kesebir, S. & Kesebir, P. (2017). A growing disconnection from nature is evident in cultural products. *Perspectives on Psychological Science*, 12(2), 258-269. Doi: 10.1177/1745691616662473

Loxley, P. (2018). *Practical Ideas for Teaching Primary Science. Inspiring Learning and Enjoyment*. Londres: Routledge.

Marandino, M. & Díaz Rocha, P.E. (2011). La Biodiversidad en exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 221-236.

Mérida Serrano, R., Torres-Porras, J. & Alcántara Manzanares, J. (eds.) (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación infantil. Un enfoque práctico*. Madrid: Editorial Síntesis.

Miguélez, M., Ansedes, B., Vidal, M. & Membiela, P. (2017). Un proyecto centrado en los insectos palo. *Aula de Infantil*, 90, 35-38.

Perales Palacios, F.J. (2018). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en España: entre la tribulación y la esperanza. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 1-14. Doi: 10.17979/arec.2018.2.2.3915

Prévot-Julliard, A. C., Julliard, R. & Clayton, S. (2015). Historical evidence for nature disconnection in a 70-year time series of Disney animated films. *Public Understanding of Science*, 24(6), 672-680. Doi: 10.1177/0963662513519042

Pyle, R. M. (2003). Nature matrix: Reconnecting people and nature. *Oryx*, 37, 206-214. Doi: 10.1017/S0030605303000383

Romón Salinas, C. (2014). *Guía del huerto escolar* (Nueva edición). Madrid: Editorial Popular.

Ruiz Heredia, A. R. (2008). *Educación, Medio Ambiente y Didáctica del Entorno Teoría y prácticas*. Madrid: Editorial Popular.

Sanz Alonso, J., Sistiaga Poveda, M., Urkidi Elorrieta, P., Andoño Erdozain, I. & Orbegozo Rezola, K. (2018). Educar en la naturaleza en infantil: modelo de evaluación para un bosque escuela. En: C. Martínez Losada & S. García Barros (eds.) 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 327-331). A Coruña: Universidade da Coruña.

Sauvé, L. (2017). Education as life. En: B. Jickling & S. Sterling (eds.), *Post-Sustainability and Environmental Education: Remaking Education for the Future* (pp. 111-124). Cham (Suiza): Palgrave Macmillan (Springer).

Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J.C., Rubio, S.J. & 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.

Varela-Losada, M., Vega-Marcote, P., Pérez-Rodríguez, U., & Álvarez-Lires, M. (2016). Going to action? A literature review on educational proposals in formal Environmental Education. *Environmental Education Research*, 22(3), 390-421. doi: 10.1080/13504622.2015.1101751

Vega, S. (2006). *Ciencia 0-3: laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Graó.

Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6: laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Graó.

Vidal López, M. (2014). *La enseñanza de las ciencias centrada en actividades prácticas de laboratorio. Un estudio de caso en la formación inicial de maestras y maestros de Educación Infantil*. Tesis doctoral, Ourense: Universidad de Vigo.

Wells, N. M. & Lekies, K. S. (2006). Nature and the life course: Pathways from childhood nature experiences to adult environmentalism. *Children Youth and Environments*, 16(1), 1-24.

## **Agradecimientos**

Los autores desean agradecer al personal docente de los centros educativos asturianos la participación en este estudio, las facilidades en el contacto y aclaraciones, así como la contestación del cuestionario.

# Uso de TIC en la Universidad del País Vasco Experiencia de un grupo especializado en innovación educativa

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 61-70

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Maria Arritokieta Ortuzar Iragorri , Amaia Menéndez Ruiz, Aitziber Iriondo Hernández , Ana de Luis Álvarez , Maite de Blas Martín , Blanca María Caballero Iglesias 

Rebut: 30/08/2019 Acceptat: 09/10/2019

## Resumen

El sistema educativo ha de proveer formación en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para el desarrollo personal y profesional de la ciudadanía. Para ello, también es necesaria la formación del propio profesorado, que en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) ofrece el Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE-HELAZ). Mediante el análisis de las memorias anuales disponibles elaboradas por el citado servicio, se ha observado que desde el año 2013 se han ofertado de media unos 60 cursos de formación al año, y que de ellos el 18% estaban relacionados con las TIC. Así, se han otorgado unas 967 acreditaciones anuales, de las cuales una cuarta parte corresponden a cursos relacionados con las TIC.

Las autoras del presente artículo conforman un grupo especializado en innovación educativa y han participado en diferentes actividades relacionadas con las TIC. Han asistido a diferentes cursos y han colaborado en 5 proyectos de innovación educativa. Mediante el trabajo realizado por el grupo se concluye que, las TIC se pueden aplicar a cualquier curso y modalidad docente y que los estudiantes valoran positivamente la utilidad de las actividades interactivas desarrolladas, principalmente para su proceso de autoevaluación. Por ello, la perspectiva futura es seguir avanzando en el desarrollo e implementación de nuevas herramientas dinamizadoras que sirvan de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en las etapas de asimilación de conceptos, revisión y evaluación.

**Palabras claves:** Formación del profesorado universitario, innovación educativa, herramienta digital, tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), proyecto de innovación educativa (PIE).

## Abstract

The education system must provide citizens with training in using information and communication technologies (ICT) for their personal and professional development. For so, the training of the teachers themselves is also necessary and such is provided by the Educational Advisory Service (SAE-HELAZ), at the University of the Basque Country (UPV/ EHU). Through the analysis of the available annual reports by the SAE-HELAZ, it was concluded that since 2013 have been held, on average, approximately 60 training courses per year. Of those, 18% were related to ICT on average. Thus, some 967 annual accreditations were granted, of which a quarter corresponded to ICT related courses.

The authors of the article conform a group specialized in educational innovation and have participated in different activities related to ICT. They have attended different courses and collaborated in 5 educational innovation projects. The work carried out by the group reckons that ICT can be applied to any course and teaching modality and that students positively value the usefulness of the interactive activities developed, mainly for their self-assessment process. Therefore, the prospects are to continue working in the development and implementation of new dynamic tools that support the teaching-learning process in the stages of assimilation of concepts, review and evaluation.

**Key words:** University teacher training, educational innovation, digital tool, information and communication technologies (ICT), educational innovation project.

## 1. Introducción y justificación

La sociedad actual utiliza de forma optimizada las oportunidades que ofrecen las tecnologías como medio para el desarrollo personal y profesional de sus miembros (Fernández, 2009). Es tal su importancia, que ha surgido el término brecha digital, o la desigualdad generada en la sociedad por el desarrollo tecnológico que puede causar marginación entre personas, países y colectivos (Flores, 2008). La mejora de esta brecha digital y tecnológica es un reto para el cual es necesaria la colaboración de todos los sectores, particularmente la del sistema educativo. En efecto, en el marco de la Comunidad Autónoma Vasca, la competencia digital se recoge, entre otros, en el currículo de la Educación Básica del Gobierno Vasco (2015) y también en el último Plan Estratégico de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) (UPV/EHU, 2018), en el que se especifica que la UPV/EHU persigue garantizar las capacidades científico-tecnológicas y de tecnologías de la información de sus egresados y egresadas.

Asimismo, el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) requiere, entre otras demandas, que el modelo educativo tradicional evolucione hacia enfoques basados en el constructivismo (Olmedo & Farrerons, 2017). Por ende, las instituciones universitarias han de transitar desde un modelo centrado en la enseñanza, hacia otro enfocado más en el estudiante y en el desarrollo de su aprendizaje (Naval, Pérez-Sancho & Sobrino, 2005). En concordancia con la tendencia europea, el modelo educativo de aprendizaje cooperativo y dinámico (IKD i3) destaca que los estudiantes sean los dueños de su aprendizaje y sean formados de forma integral, flexible y adaptada a las necesidades de la sociedad, acentuando también la investigación y la sostenibilidad, lo que requiere nuevas maneras de enseñar y aprender más activas y cooperativas (<https://bit.ly/2NL3sii>). En este sentido, se considera que las TIC pueden aportar flexibilidad a los procesos de enseñanza-aprendizaje, y contribuir a la construcción de la nueva Universidad en una sociedad del conocimiento y el aprendizaje (Mirete Ruiz, García-Sánchez & Hernández Pina, 2015).

Se ha de puntualizar que el uso de las TIC es también habitual en las enseñanzas no universitarias, ya que la gran mayoría de los docentes en Europa (90%) afirman utilizar las TIC para realizar tareas como preparar temas, secuenciar actividades en el aula, etc. (Korte & Hüsing, 2007). Además, los maestros y maestras utilizan las TIC para ayudar a los estudiantes a evaluar su propio aprendizaje en la consecución de proyectos específicos (Gras-Velázquez, 2017). También es natural que los maestros y maestras colaboren con otros colegas en el intercambio de experiencias para resolver problemas (UNESCO, 2009). Un estudio reciente de la Universidad Internacional de Valencia, en el que se analizan cinco países europeos (Finlandia, Francia, Alemania, Reino Unido y España) y cinco países latinoamericanos (Brasil, Argentina, Uruguay, Chile y Costa Rica), determina que Reino Unido y España son los países en los que existe un mayor número de ordenadores por estudiante, en los que más se utilizan semanalmente las TIC en el aula y donde existen más centros en la etapa de escolaridad obligatoria con conexión a Internet (Gabarda, 2015). Con respecto al uso de las tecnologías por los docentes, el estudio sostiene que 8 de

cada 10 docentes preuniversitarios han utilizado las TIC en el aula, y 9 de cada 10 han utilizado las herramientas digitales para preparar los contenidos de los temas. La mayoría de los países utilizan las TIC para todas las asignaturas de forma transversal. Asimismo, en todos los países incluidos en el estudio, excepto Finlandia, las TIC ya forman en Secundaria parte del currículo como un contenido independiente.

Si bien el uso de las TIC por parte del profesorado preuniversitario en general es frecuente, la situación con respecto a la integración de las TIC en la educación de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) entre los docentes es diversa (Gras-Velázquez, 2017). El desafío para el profesorado de CTIM es cómo adaptar las herramientas TIC intrínsecamente motivadoras para el proceso de enseñanza aprendizaje. En este sentido López et al. (2017), indican que la propia práctica científica puede proporcionar el marco didáctico para concebir los procesos de enseñanza y aprendizaje, no centrándose sólo en los contenidos, sino también en las principales prácticas sociales, cognitivas y discursivas propias de la ciencia profesional.

Respecto al uso de las TIC en las universidades españolas, del informe UNIVERSITIC de 2017 (Crue, 2017), realizado con datos de 2016, se desprende que, a pesar de la gran preocupación que generan por la seguridad de la información, se apuesta por la tecnología, lo que ha hecho que aumente significativamente el número de titulaciones no presenciales y que el 85% de las universidades haya considerado iniciativas en relación a los cursos online, masivos y en abierto (MOOC). En este contexto, se considera clave que la formación del profesorado, las políticas institucionales, la relación con el entorno y los nuevos roles del estudiante operen de forma concéntrica y colaboren de forma ordenada y coherente. Asimismo, se requieren también herramientas, recursos, estrategias, metodologías y que redunden en la mejora de las prácticas educativas hacia la dirección deseada.

Las habilidades y competencias tecnológicas son necesarias para el profesorado, y sus actitudes y creencias afectan a la implementación de las herramientas TIC en la educación, tal y como se indica en el informe de Gras-Velázquez (2017) sobre las TIC en la educación preuniversitaria. Según Mirete (2016), también en las aulas universitarias, tal implementación se está afrontando de manera muy dispar. Los resultados de su estudio, realizado mediante la participación de 50 miembros del profesorado de la Universidad de Murcia, indican que, a pesar de que la actitud hacia la inclusión de las tecnologías en las aulas para el desarrollo de los procesos educativos es muy positiva, el conocimiento que se tiene sobre las TIC y el uso que se les da, se limita a su función informativa y de tratamiento de la información. La formación del docente universitario tiene ante sí, por lo tanto, el reto de posibilitar a docentes el desarrollo de capacidades cognitivas y emocionales para convivir con las condiciones que impone la sociedad del conocimiento (Schön, 1992, 1998).

Si bien existen múltiples fuentes de formación del profesorado universitario, en la UPV/EHU, esta tarea se asume desde el Servicio de Asesoramiento Educativo SAE-HELAZ, cuyo objetivo principal es precisamente la formación inicial y continua del profesorado. Muchos de los cursos de formación docente del profesorado universitario (FOPU) ofertados por este servicio están relacionados con el uso de TIC como herramientas para crear actividades que ayuden en las directrices marcadas por el modelo educativo de aprendizaje cooperativo y dinámico (IKD i3) de la UPV/EHU,. Además, el SAE-HELAZ realiza una convocatoria anual de Proyectos de Innovación Educativa (PIE), que incluye diferentes temas alineados con diversas líneas prioritarias. Con ello se pretende promover la creación de nuevas ideas, proyectos o servicios educativos que conduzcan a obtener una mejora en la calidad de la enseñanza-aprendizaje. Entre los temas a impulsar se encuentra el aprendizaje activo y autónomo del alumnado, siendo una de sus líneas principales la implementación de iniciativas interactivas online. En consonancia con tales directrices, desde el 2007, la universidad ofrece el uso de eGela, una aplicación para la gestión de contenidos educativos online que se apoya en la plataforma Moodle y que conforma el servicio de aulas virtuales para las asignaturas de grado, máster oficial, título propio y programas de doctorado, y da apoyo a la docencia. Tal y como explica Arenaza y Conocity (2012), el docente puede utilizar el aula

virtual como punto de encuentro desde el que ofertar recursos al estudiante para guiarle en el proceso de aprendizaje. Si bien el uso de las aulas virtuales es potestativo, su uso es mayoritario entre el profesorado de la UPV/EHU.

## **2. Investigación de fondo**

En el presente trabajo se realiza un análisis de la formación y los proyectos de innovación educativa que se han ofertado en la UPVEHU entre 2013 y 2017 y su relación con el uso de TIC. Además, se pretende dar a conocer la experiencia de un grupo de profesoras universitarias que se han acogido tanto a la formación en TIC como a la participación en PIE ofertados por la UPV/EHU. Dichas profesoras forman parte del grupo especializado en innovación educativa en metodologías y recursos en Ingeniería (InMeBa-HBT Aditua) de la UPV/EHU, y durante los últimos 12 años han trabajado en el campo de la innovación docente en la rama de la Ingeniería, y recientemente en la de la Didáctica de Ciencias Experimentales. Además, en 2018 se constituyeron como Equipo Docente Estructurado IKD, en la primera convocatoria lanzada desde el Vicerrectorado de Innovación de la UPV/EHU. Estos equipos se caracterizan por un alto grado de coordinación y compromiso con el aprendizaje de los estudiantes.

### **2.1 Cursos ofertados y Proyectos de Innovación Educativa subvencionados (PIE) por la UPV/EHU**

Según lo expuesto anteriormente, es relevante la necesidad de formación del profesorado debido a la importancia de la implementación de las TIC adaptada a las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje específico. En ese sentido, se han analizado las memorias anuales disponibles elaboradas por el SAE-HELAZ (2014, 2015, 2018, 2019). De dichas memorias se ha recogido el número de cursos ofertado por el FOPU, así como el número de docentes que asisten a los mismos. Además, de las memorias también se han extraído la cantidad de PIE. En ambos casos, se ha deducido su relación con las TIC a partir de su título.. Estos datos se han representado en la Figura 1 y en la Tabla 1, respectivamente. En ellas se observa que, desde 2013, el SAE-HELAZ ha ofertado una media de unos 60 cursos de formación al año, de los cuales aproximadamente el 18% tienen relación con las TIC.

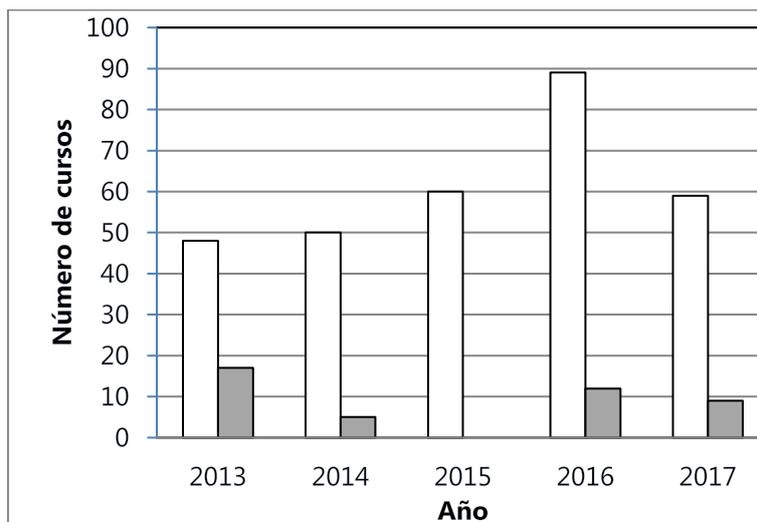


Figura 1. Número de cursos ofertados por el SAE-HELAZ desde el año 2013 al 2017. (No hay datos para cursos relacionados con TIC en el 2015).

Destaca que la oferta (Figura 1) y asistencia (Tabla 1) a los cursos relacionados con las TIC fueron particularmente altas el primer año registrado, el 2013. Así, el 35% de los cursos ofertados por la UPV/EHU a través del SAE-HELAZ estuvieron relacionados con las TIC y el 44% del total de las acreditaciones otorgadas al profesorado universitario (967) correspondió a este tipo de cursos. Ese porcentaje es ligeramente superior al 33% indicado en el informe UNIVERSITIC (Crue, 2017) para la oferta de cursos de formación en tecnologías de información (TI) de varias universidades españolas. Cabe destacar que, en ese año, los dos cursos ofertados referidos al uso de Moodle: "Introducción a Moodle" y "Moodle avanzado online", fueron especialmente requeridos, y a ellos acudió casi una cuarta parte de los participantes.

Tabla 1: Cursos relacionados con las TIC ofertados por el SAE-HELAZ, y número de docentes acreditados en los mismos.

| Año  | Acreditaciones totales | Acreditaciones TIC |
|------|------------------------|--------------------|
| 2013 | 967                    | 425                |
| 2014 | 703                    | 155                |
| 2016 | 1071                   | 193                |
| 2017 | 782                    | 156                |

En cuanto al resto de los años mostrados, se observa que en torno al 13% de los cursos ofertados, para el profesorado universitario por el servicio entre los años 2014 y 2017 (ambos inclusive), trataron las TIC y alrededor del 20% de las acreditaciones otorgadas correspondieron a estos cursos (Tabla 1).

Además de hacer un análisis de los cursos ofertados por la UPV/EHU, es importante llevar a cabo un estudio sobre los Proyectos de Innovación Educativa (PIE) subvencionados por el SAE-HELAZ desde el año 2010. En la Figura 2, se observa que entre los años 2010 y 2017 el número de PIE subvencionados estuvo en torno a 30 por año. De ellos, los que implican el uso de las TIC supusieron entre el 11 y el 16% entre los años 2011 y 2014. Cabe destacar que, en los dos últimos años registrados se observan grandes variaciones. Así, el porcentaje de PIE relacionados con las TIC aumentó hasta el 35% en el año 2015 y descendió hasta 7% en el año 2016, posiblemente de manera paralela a las propuestas por parte del profesorado (Figura 2).

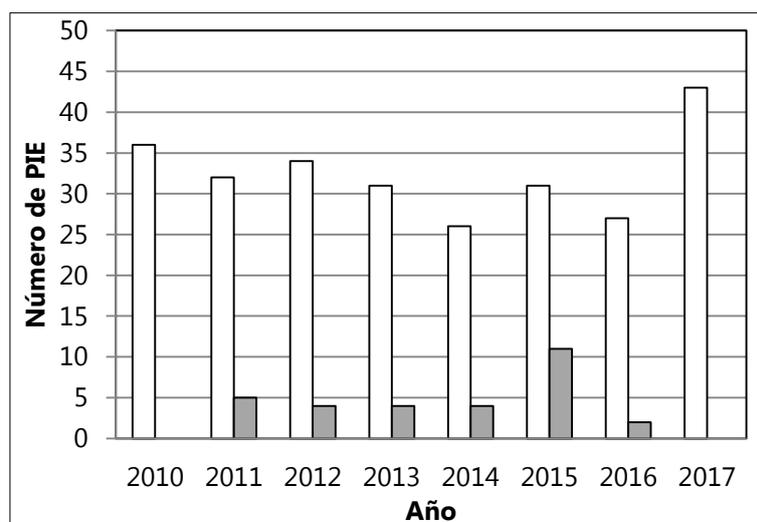


Figura 2. Número de PIE subvencionados por el SAE-HELAZ desde el año 2010 al 2017.

## 2.2 Experiencia en TIC del grupo especializado InMeBa HBT

Las autoras del presente trabajo, miembros del grupo InMeBa HBT, se han formado en numerosos cursos ofertados por el SAE-HELAZ desde el año 2013 hasta la actualidad,. Así, han participado en más de una docena de cursos relacionados con las TIC, tales como: Edición y administración de contenidos web, Blog como recurso educativo en la educación superior, Introducción al Moodle, Novedades de eGela, Creación de contenidos educativos multimedia, eGela: herramientas complementarias, Edición de documentos y presentación con Latex, Realidad aumentada, entre otros.

Además, el equipo firmante del artículo ha participado en 8 PIE, 5 de los cuales están relacionados con las TIC y cuyos resultados se han divulgado en diversos congresos y jornadas, artículos en revistas y capítulos de libro (UPV/EHU, 2017). Con el objetivo de ajustar su enseñanza-aprendizaje al modelo IKD i3, en este tiempo las autoras se han centrado fundamentalmente en el desarrollo y mejora de competencias transversales y específicas de varias asignaturas del área de la Ingeniería; en la integración de nuevas tecnologías docentes para potenciar la evaluación continua; y en la creación de actividades y materiales interactivos, para fomentar el trabajo autónomo de los estudiantes fuera del contexto de las clases presenciales. Además, actualmente también se trabaja en el campo de la Didáctica de las Ciencias a través del último PIE del grupo: Integración de herramientas y actividades TIC en el proceso enseñanza-aprendizaje en áreas de Ingeniería y Didáctica de las Ciencias. Durante los años de experiencia del equipo, se ha tratado de desarrollar la docencia teniendo en cuenta nuevas metodologías. Para ello, se han planteado herramientas y estrategias didácticas que promueven la participación activa y autónoma del alumnado en su proceso de aprendizaje. Estos cambios metodológicos pueden apoyarse en el uso de las TIC como soporte en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Buil, Hernández Ortega & Sesé, 2014).

A la hora de implementar actividades mediante la utilización de TIC, es importante tener un diagnóstico del conocimiento e interés y uso sobre las herramientas digitales que sirven de apoyo a cada actividad docente concreta. Para ello, se contempla la realización de un cuestionario previo al alumnado (de Luis, 2016), tal como el cuestionario para el estudio de la actitud, el conocimiento y el uso de TIC ACUTIC, propuesto por los autores Mirete et al. (2015). Teniendo en cuenta lo observado en dicho cuestionario, en la Tabla 2 se muestran las diferentes herramientas digitales y virtuales correspondientes a actividades interactivas y modalidades docentes, mediante las cuales el grupo de trabajo ha tratado de mejorar la metodología utilizada en distintas asignaturas (Caballero et al., 2017). Posteriormente se realiza el diseño de las actividades, teniendo en cuenta el empleo de TIC, uso de herramientas digitales y virtuales, para pasar a desarrollarlas e implementarlas en el aula. Dichas actividades se adaptan o complementan los

materiales docentes ya elaborados (guiones de prácticas de laboratorio, colecciones de problemas, autoevaluaciones, presentaciones en Power Point, etc). Como se observa en la Tabla 2, se ha procurado realizar distintas actividades abarcando distintas modalidades docentes (clases magistrales, prácticas de campo, prácticas de laboratorio, etc). Finalmente, se realiza otra encuesta que da conocimiento sobre el grado de satisfacción del alumnado (de Luis et al., 2017).

Tabla 2: Relación de herramientas digitales utilizadas y actividades docentes desarrolladas y, modalidad docente en las que se implementaron (Caballero et al., 2017).

| HERRAMIENTA DIGITAL | ACTIVIDAD INTERACTIVA   | MODALIDAD DOCENTE                   |
|---------------------|---|-------------------------------------|
| eXeLearning         | Cuestionarios   | Prácticas de campo                  |
| HotPotatoes         | Cuestionarios   | Magistral, prácticas de laboratorio |
| Cmap                | Mapas conceptuales  | Magistral                           |
| Microsoft Excel     | Resolución de problemas reales, tratamiento y representación de datos | Prácticas de laboratorio            |
| Camtasia Studio     | Videos  | Prácticas de laboratorio            |
| Dropbox             | e-portfolio   | Magistral, prácticas de aula        |

Teniendo en cuenta la metodología descrita, a partir de la experiencia de las autoras con el uso de TIC en actividades incluidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se observa que éstas se pueden aplicar a cualquier modalidad docente, no siendo exclusivas de las clases magistrales, como podría parecer a priori (Caballero et al., 2017). De hecho, la mayor parte de los estudiantes superó las actividades computables en la nota para las prácticas de laboratorio y de campo. Es de destacar la utilidad de los videos para el seguimiento de los experimentos, constituyendo una herramienta complementaria al guion de prácticas. Además, es llamativo el desconocimiento inicial, por parte del alumnado, de la existencia de diferentes herramientas digitales. No obstante, se ha observado un alto grado de satisfacción general por parte de los estudiantes después de su utilización. Particularmente en el caso de las plataformas virtuales, donde esta satisfacción derivaba de la utilidad de las mismas para la descarga de apuntes y entrega de actividades, y el alumnado la valoraba con 4 puntos sobre 5 en la encuesta final. A continuación se consideraba la posibilidad de autoevaluación y comunicación con el profesorado (2,5-3,5/5) y finalmente se puntuaba con 2,5/5 la posibilidad de las plataformas virtuales de interacción y colaboración con los compañeros/as. Asimismo, se ha observado que la participación en la realización de actividades interactivas es mayor si son de carácter obligatorio y, por lo tanto, computables en la nota final. Además, se constata un interés decreciente a medida que el número de actividades propuestas aumenta (Caballero et al., 2017). Por lo tanto, parece importante tener en cuenta que las actividades interactivas propuestas para una asignatura no deben ser muchas, y mejor que sean evaluables directa o indirectamente.

### 3. Conclusión/Investigación futura

Este trabajo pone de manifiesto la gran apuesta que la UPV/EHU, y concretamente el SAE-HELAZ, hace en la formación y motivación del profesorado en materia de innovación educativa, por un lado mediante la oferta de cursos FOPU, muchos de ellos relacionados con las TIC, y por otro lado en la participación de PIE que promuevan dicha materia, dentro del modelo IKD i3. Así, una de las líneas prioritarias en estas últimas convocatorias ha sido el desarrollo de iniciativas interactivas online para apoyar la docencia presencial o semipresencial, tanto para el profesorado que comienza su andadura en innovación educativa, como para grupos que acrediten experiencia, formación y trayectoria conjunta en esta área.

De esta manera, las TIC y la innovación educativa se complementan perfectamente, dando respuesta a las demandas del EESS y del modelo educativo establecido por la UPV/EHU.

Respecto a la experiencia de las autoras en este campo, puede destacarse su participación en varios PIE y cursos de formación relacionados con las TIC. En esta línea, se han desarrollado prácticas en innovación educativa en las que cabe destacar los buenos resultados en cuanto a la participación del alumnado. Se puede concluir, en líneas generales, que los estudiantes valoran muy positivamente la utilidad de las actividades interactivas desarrolladas, principalmente para su proceso de autoevaluación, fortaleciendo la autonomía en el proceso de aprendizaje, así como la actividad colaboradora entre ellos mismos.

Teniendo en cuenta que en la comunidad universitaria hoy en día es inapelable utilizar las TIC, se pretende avanzar en la integración de éstas en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se trata de dar respuesta a las competencias que deben adquirir los estudiantes durante sus estudios universitarios, muchas de ellas requeridas por el entorno laboral y social cercano, incluidas en el Plan Estratégico de la UPV/EHU derivado del Plan Bolonia, pero también aquellas competencias resultantes del aumento del uso de este tipo de tecnologías en casi todos los ámbitos.

La perspectiva futura es seguir avanzando en el desarrollo e implementación de nuevas herramientas dinamizadoras, tales como herramientas web, interactivas y/o aplicaciones móviles de libre acceso, que sirvan de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje en las etapas de asimilación de conceptos, revisión y evaluación. Mediante esta investigación se pretende estudiar cómo influye la aplicación de estas herramientas en el grado de adaptación, implicación e interés del alumnado, así como adquisición de competencias genéricas y transversales. Para ello, se evaluará el rendimiento académico y el grado de satisfacción del estudiante con la metodología utilizada. Concretamente, teniendo en cuenta el diferente grado de madurez del alumnado de diferentes cursos, se propone diseñar y desarrollar actividades interactivas en los primeros cursos, favoreciendo la adaptación del alumnado y ayudándole a asimilar y fijar conceptos teóricos y prácticos. En cursos superiores se pretende implementar algunas de las actividades mencionadas en combinación con un modelo pedagógico inverso, que permita despertar el interés y motivación del alumnado, fomentando su participación activa en el proceso enseñanza-aprendizaje y desarrollando el aprendizaje autónomo y colaborativo.

Para asignaturas del primer curso se diseñarán cuestionarios que midan los conocimientos previos y la asimilación de contenidos mediante aplicaciones y plataformas tipo Socrative y Kahoot, además de acercar al alumnado al uso de Microsoft Excel en la resolución de problemas numéricos, y mejorar su comprensión mediante el uso de PhETcolorado, un laboratorio online que cuenta con una gran variedad de simulaciones interactivas para ciencias y matemáticas, que permite aumentar la motivación y participación del alumnado.

Para al alumnado de cursos superiores, la propuesta seguirá la misma ruta, pero combinándola con metodologías más novedosas, siendo el objetivo utilizar actividades interactivas acordes a su madurez. Las actividades seleccionadas han sido la realización de cuestionarios, visualización de videos con contenido teórico-práctico de forma no presencial, Aula Invertida (Flipped Classroom), y la utilización de aplicaciones web y resolución de problemas con Microsoft Excel. Se prepararán cuestionarios, relacionados con contenidos teóricos y prácticos, mediante eGela, aunque no se descarta el uso de Socrative, cuya idoneidad se valorará tras revisar los resultados de satisfacción obtenidos para el alumnado de primer curso. Asimismo, se realizarán video-cuestionarios mediante EDpuzzle (o herramientas similares) para implementar el modelo pedagógico de Aula Invertida y se combinarán con el uso de Microsoft Excel y aplicaciones web para la resolución de problemas numéricos. Es preciso destacar, que existe una gran variedad de aplicaciones web (móviles) con fácil acceso, que permiten acceder a datos a emplear en la resolución de problemas numéricos.

## Referencias bibliográficas

Buil, I., Hernández Ortega, B. & Sesé, F.J. (2014) Fomentando la adquisición de competencias a través de TIC: el uso de los sistemas de mandos de respuesta como herramienta docente. *Innovación Educativa*, 24, 229-239. Doi: 10.15304/ie.24.1516

Caballero, B.M., Bilbao, E., de Blas, M., de Luis, A., Eguia, I., Etxeberria, P., Iriondo, A., Menéndez, A., Ortuzar, M. A., García, M.J. & Aranguiz, I. (2017). Integración de TIC en el área de ingeniería. Diseño e implementación de actividades interactivas, *Innovación Educativa*, 27, 265-283. Doi: 10.15304/ie.27.4273.

Conocity (2012). *Campamento Moodle*. Recuperado de: <http://conocity.eu/campamento-base/>.

Crue (2017). *Informe UNIVERSITIC. 2017: Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*. Madrid: Crue Universidades Españolas.

De Luis, A., Etxeberria, P., Ortuzar, M. A., Iriondo, A., Caballero, B.M., Bilbao, E., Menéndez, A., Eguia, I., Aranguiz, I., de Blas, M. & García, M.J. (2016). Análisis previos al diseño e implementación de actividades interactivas en diversas asignaturas y modalidades docentes del ámbito de la ingeniería. En Herrada R., Cutanda R.T., Torres A. (Eds.). *Abstracts Book Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria. Renovación Pedagógica en Educación Superior* (pp. 274-278). Murcia: Universidad de Murcia.

De Luis, A., Iriondo, A., Caballero, B. M., de Blas, M., Etxeberria, P., Aranguiz, I., Bilbao, E., Eguia, I., García, M.J., Menéndez, A. & Ortuzar, M.A. (2017). Desarrollo de actividades interactivas en la asignatura "Refino del Petróleo y Petroquímica". En López-Meneses E., Cobos Sanchiz D., Padilla M., Hilario A., Molina Garcia L., Jaén Martínez, A (Eds.). *III Congreso Internacional sobre Innovación Educativa y Praxis Educativa*. Libro de Actas (pp. 863-872). Sevilla: AFOE Formacion.

Fernández, R. (2009). *Factores antecedentes en el uso de entornos virtuales de formación y su efecto sobre el desempeño docente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Informática, Departamento de Organización de Empresas.

Flores, R. (2008). *¿Qué es la brecha digital?: Una introducción al nuevo rostro de la desigualdad*. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Gabarda, V. (2015). *Equipamiento y uso de las TIC en los centros educativos europeos y latinoamericanos*. Valencia: Investigación VIU.

Gobierno Vasco. (2015). *Currículo Educación Básica País Vasco*. Recuperado de: [http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/inn\\_heziberri\\_dec\\_curriculares/es\\_def/adjuntos/EB\\_curriculo\\_completo.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/inn_heziberri_dec_curriculares/es_def/adjuntos/EB_curriculo_completo.pdf).

Gras-Velázquez, A. (2017). *ICT in STEM Education - Impacts and Challenges: On Teachers. A STEM Alliance Literature Review*: Belgium: European Schoolnet.

Jiménez Aleixandre, M. P. & 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.

Korte, W. B. & Hüsing, T. (2007). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006: Results from Head Teacher and A Classroom Teacher Surveys in 27 European Countries. *ELearning Papers*, 2(1), 1-5. Recuperado de: <http://www.ictliteracy.info/rf.pdf/Use%20of%20ICT%20in%20Europe.pdf>.

López, V., Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández, M.I. & Pintó, R. (2017) El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica

científica. *Enseñanza de las Ciencias, número extraordinario*, 691-697. Recuperado de: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/17.\\_el\\_papel\\_de\\_las\\_tic\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_las\\_ciencias\\_en\\_secundaria.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/17._el_papel_de_las_tic_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_en_secundaria.pdf).

Mirete, A.B., García-Sánchez, F.A. & Hernández, F. (2015). Cuestionario para el estudio de la actitud, el conocimiento y el uso de TIC (ACUTIC) en Educación Superior. Estudio de fiabilidad y validez. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 83(29.2), 75-89. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27443659006>.

Mirete, A.B. (2016). El profesorado universitario y las TIC. Análisis de su competencia digital. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 31(1), 133-147. Doi: 10.18239/ensayos.v31i1.1033.

Naval, C., Pérez Sancho, C. & Sobrino, A. (2005). El Espacio Europeo de la Educación Superior (EEES) como reto docente: metodologías activas. Recuperado de: <http://redsite.es/docu/24site/ad204.pdf>.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A -Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Olmedo N. & Farrerons O. (2017). Modelos constructivistas de aprendizaje en programas de formación, Barcelona: Omnia Science.

SAE-HELAZ (2014). *Memoria anual 2013*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/es/web/sae-helaz/memoria>.

SAE-HELAZ (2015). *Memoria anual 2014*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/es/web/sae-helaz/memoria>.

SAE-HELAZ (2018) *Memoria anual 2016*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/es/web/sae-helaz/memoria>.

SAE-HELAZ (2019). *Memoria anual 2017*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/es/web/sae-helaz/memoria>.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: como piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós Ibérica.

UNESCO, (2009). *Guide to measuring information and communication technologies*. Recuperado el de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186547>.

UPV/EHU (2017). *Grupo especializado en Innovación Educativa INMEBA Trayectoria en Innovación Educativa*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/es/web/inmeba/hbt>.

UPV/EHU (2018). *Plan Estratégico de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU)*. Recuperado de: <https://www.ehu.es/documents/1769324/0/Plan+estrategico+cas+18-21/46a4a9e6-ad8a-8cb9-c701-2269fdd2179f>.

# Concepciones de los docentes sobre el tratamiento de las competencias a través de los videojuegos en el aula de ciencias

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 71-87

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Antonio Alejandro Lorca Marín , José María Cuenca López , Bartolomé Vázquez Bernal , Emilio José Delgado Algarra 

Rebut: 11/09/2019 Acceptat: 09/10/2019

## Resumen

La entrada de las TIC en general en el mundo académico es ya una realidad, el número de investigaciones, actividades divulgadas por los distintos medios tanto formales como no formales así lo demuestran. Los videojuegos (VJ) en particular juegan un papel importante en muchas de ellas. No obstante, el tratamiento de estos en el aula de ciencias experimentales (CCEE) es más escaso, y los que hay solo pertenecen a aquellas de corte divulgativo. Por tanto, existe una necesidad de profundizar sobre este recurso y en el área de CCEE en particular, con la finalidad de generar modelos de buenas prácticas y su implantación en el aula de ciencias.

En este estudio se presenta un estudio sobre las concepciones que tienen los docentes, tanto en formación inicial como en ejercicio, sobre el papel de los VJ en el tratamiento de las competencias y/o contenidos de ciencias. Se ha abordado bajo un corte cuantitativo dentro de un paradigma interpretativo, vislumbrándose la necesidad de acercarse a la subjetividad que existe en las competencias a través de los indicadores objetivos que nos permiten los contenidos.

**Palabras claves:** Videojuegos, Contenidos, Competencias, Didáctica, Formación del profesorado.

## Abstract

The entrance of TIC in general in the academic world is a reality, the number of investigations, reported by the various formal and non-formal means activities prove it. Videogames in particular play an important role in many of them. However the treatment of these in the classroom experimental sciences (CCEE) is scarce, and there is only belong to those of divulging court. Therefore, there is a need to deepen this resource and CCEE area in particular in order to generate models of good practice and its implementation in the science classroom.

In this study, a study on the conceptions that teachers have both initial training and exercise on the role of VJ in the treatment of skills and / or science content is presented. It has been addressed under a quantitative court within an interpretive paradigm, glimpsing the need to approach the subjectivity that exists in competitions through objective indicators that allow us content.

The authors of the article conform a group specialized in educational innovation and have participated in different activities related to ICT. They have attended different courses and collaborated in 5 educational innovation projects. The work carried out by the group reckons that ICT can be applied to any course and teaching modality and that students positively value the usefulness of the interactive activities developed, mainly for their self-assessment process. Therefore, the prospects are to continue working in the development and implementation of new dynamic tools that support the teaching-learning process in the stages of assimilation of concepts, review and evaluation.

**Key words:** Videogames, Content, Skills, Teaching, Teacher.

## 1. Introducción

El proceso de enseñanza/aprendizaje (E/A) dentro del sistema educativo español, se caracteriza por una división clara entre el profesor que asume el papel único y exclusivo de experto. Desde esta distribución de roles, el docente siempre tiene el control pleno, seleccionando los contenidos, organizando y pautando el aprendizaje y el alumno asume una posición pasiva de receptor de estos. En contraposición, los estudiantes asumen un rol pasivo, limitándose a seguir las pautas mostrando muy poco control sobre su propio aprendizaje y participando de forma muy periférica en el proceso (Firth, Greaves & Frydenberg, 2010). Investigaciones como las de Kornell, Castel y Eich, (2010) demuestran que existen formas adecuadas de aprender que contradicen las que hemos sostenido hasta este tiempo en los sistemas educativos.

El aprendizaje que se lleva a cabo en contextos formales, parece contraponerse al modelo de aprendizaje que despliegan nuestros niños en contextos informales, lúdicos, ubicuos (Sánchez & Esnaola, 2014). Hasta el momento el rol del profesor estaba centrado en el proceso de enseñanza, actuando como un instructor de contenidos, donde los recursos están prediseñados y el uso de las TIC están al margen del currículo.

Se plantea que el profesor ponga énfasis en el aprendizaje, donde debe actuar como tutor, fomentando la autonomía del alumno, diseñando y gestionando sus propios recursos, donde la finalidad es hacer alumnos competentes y donde las TIC están integradas en el currículo. Para entender el uso que hacen los docentes de cualquier tecnología es importante saber no sólo qué conocimientos elabora o las barreras que lo limitan (Sánchez & Galindo, 2018). Esto hace que el docente en ciencias domine no solo los contenidos, sino que tenga cualidades pedagógicas (habilidades didácticas, tutoría, técnicas de investigación-acción, conocimientos psicológicos y sociales...), habilidades instrumentales y conocimiento de nuevos lenguajes y características personales (madurez, seguridad, empatía...), de cara a afrontar la necesidad de conectar el aula de ciencias con la realidad en la que se mueve el alumno (Fernández, 2006). Se debe tratar de situar los aprendizajes en contextos lo más adecuados para que se genere esta reflexión, se genere esta conciencia y sean capaces de percibir la variedad de tipos de actividades y las posibilidades que tienen en el desarrollo de estos aprendizajes (De Pro, Sánchez & Valcárcel, 2008).

La ciencia escolar plantea como objetivo general que los futuros ciudadanos conozcan los fenómenos del mundo, traten de entenderlos e interpretarlos empleando modelos teóricos, y desarrollen comportamientos adecuados y responsables en la sociedad (González, García & Martínez, 2015). Por tanto, se exige del alumnado una actividad reflexiva necesaria para el desarrollo de la toma de conciencia y del pensamiento crítico (Martín & Jiménez, 2015). El profesorado de ciencias debe establecer relaciones entre la ciencia y otras materias y aplicar estrategias metodológicas que ayuden a analizar problemas y elaborar sus propias respuestas ante éstos, a la par que enseña los conceptos, leyes y teorías

científicas. Por lo que, dependiendo del modelo didáctico que cada profesor adopte (Perales, 2014), así será las actividades que plantee. El docente debe actuar de mediador para que el alumnado aprenda significativamente y desarrolle los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que forman parte de la amplia variedad de competencias que va a necesitar en el mundo que va a encontrarse (De Pro, 2011; Sanmartí, 2010)

En este sentido, las TIC pueden ser un elemento valioso de las prácticas de enseñanza en general y de las ciencias en particular, añadiendo en términos de información el acceso, la flexibilidad, la diversidad de los medios de comunicación en su tratamiento y presentación (Martinho & Pombo, 2009). Por lo que se hace necesario hacer hincapié en la relevancia que tienen los contenidos educativos digitales y su incorporación a las aulas.

Las relaciones entre los nuevos medios digitales y el aprendizaje, han sido objeto de estudio con una intensidad cada vez mayor en los últimos años. En este contexto, investigadores de la relevancia de Jenkins (2006), Gee (2008), Salen y Zimmerman (2004) o Prensky (2003), vienen reconociendo en los VJ, un enorme potencial educativo. Hasta tal punto que Prensky (2003) plantea que los VJ podrían ser el mecanismo con un mayor potencial de aprendizaje jamás conocido, ya que, si bien es posible ajustar el contenido de los VJ para que estén más en sintonía con los objetivos de aprendizaje o de socialización, el propio contenido del VJ en sí mismo, con sus reglas y su organización, más allá del contenido, posibilita una gran cantidad de aprendizajes positivos (Del Castillo et al., 2012).

Partimos de la idea de que los VJ contribuyen a sumergir a los menores en nuevas experiencias a partir de la simulación y la ficción, nuevos contextos para la generalización de los aprendizajes, protagonizando experiencias formales en contextos lúdicos asumiendo decisiones en la resolución de problemas sin riesgos reales. Como señala Lacasa (2011), se trata de aprender a experimentar el mundo de una forma nueva, viendo, sintiendo y operando sobre él; al actuar en un determinado dominio, se participa de las prácticas de un grupo social y se obtienen recursos para futuros aprendizajes y resolución de problemas en ese dominio.

Existe ciencia en las noticias (Jiménez-Liso et al., 2010), en las películas, en la televisión, en los centros y museos de ciencia, en Internet (De Pro, 2011) y como no también en los VJ. En este sentido, para González, García y Martínez (2015), es recomendable el uso de modelos explicativos, aunque éstos todavía carezcan del rigor científico que se irá adquiriendo con el tiempo.

Martinho y Pombo (2009) establecen que los VJ posibilitan la educación científica, colocan en la resolución de problemas contextualizados, actividades experimentales, trabajo colaborativo y un enfoque interdisciplinario de los problemas contemporáneos. Existe un gran potencial en los VJ a la hora de introducirlos en los procesos de aprendizaje para adquirir competencias y habilidades que favorezcan la alfabetización (Jenkins et al., 2006), ya que pueden, en un entorno lúdico y atractivo, aprender en un entorno estimulante (Bergna, 2013), realizar experimentos, a veces peligrosos en la vida real, cometer errores y aprender practicando. Con los VJ se puede repetir indefinidamente cualquier acción: si se realiza incorrectamente siempre se puede volver a intentar. Esa seguridad implica que el miedo al error se minimiza, hasta el punto que fallar puede ser una opción de juego (Marcos & Santorum, 2012).

En lo que se refiere a los contenidos procedimentales, los relacionados con el «saber hacer» teórico y práctico, los alumnos y alumnas han de iniciarse en conocer y utilizar algunas de las estrategias y técnicas habituales en la actividad científica. La observación, la identificación y análisis de problemas, la recogida, organización y tratamiento de datos, la emisión de hipótesis, el diseño y desarrollo de la experimentación, la búsqueda de soluciones, y la utilización de fuentes de información, incluyendo en lo posible las proporcionadas por medios tecnológicos y la comunicación de los resultados obtenidos, son claves en la formación en ciencias. En este sentido, desde el ámbito educativo los VJ pueden convertirse en herramientas válidas para el desarrollo de determinadas habilidades y competencias,

estimulando la creatividad y el aprendizaje (Gee, 2008) mediante la utilización de entornos próximos a los estudiantes que posibiliten una máxima interacción y experimentación.

Por último, para el desarrollo de actitudes y valores, los contenidos seleccionados han de promover la curiosidad, el interés y el respeto hacia sí mismo y hacia los demás, hacia la naturaleza, hacia el trabajo propio de las CCEE y su carácter social, y la adopción de una actitud de colaboración en el trabajo en grupo. El acceso y tratamiento de la información sin barreras espacio-temporales y sin condicionamientos que trae aparejado el uso de los VJ, produce el surgimiento de un nuevo concepto de mediación educativa que afecta al modelo de relación entre el individuo, la cultura y la enseñanza.

Debido al carácter del área, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales formulados, y teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje, la actividad del aula girará en torno a la realización de actividades en las que el alumnado debe tener participación. Appelbaum (2013) demuestra que los participantes que usan VJ de manera habitual captan más rápido los estímulos visuales, necesitan menos información para llegar a las mismas conclusiones, manifiestan mayor agilidad mental y son capaces de tomar decisiones con más rapidez que los que no juegan. Por ello, los juegos podrían caracterizarse como actividades que facilitan vivencias, y que se centran en experiencias en las que el jugador vive y se reconoce como un protagonista que interactúa con el medio, además de mejorar su pensamiento lógico y crítico y sus habilidades para resolver problemas (Higgins, 2001).

Si bien el VJ nace como elemento de diversión, ha sabido evolucionar adecuadamente y adaptarse a las necesidades del mundo para llegar a campos del conocimiento en los que, en un principio, era totalmente impensable. Los VJ deben generar curiosidad, creatividad, fomentar la resolución de problemas, reflexionar a través de un nuevo tipo de discurso interactivo y colaborativo, que alfabetiza en los nuevos medios (Lacasa, 2011).

Así, el modelo didáctico que se nos presenta abre un nuevo panorama ante el que los docentes y los sistemas educativos deben replantearse los nuevos espacios formativos, reflexionar sobre los contenidos educativos a trabajar, encontrar aquellas metodologías que se aproximan y garantizan una formación de calidad para ciudadanos del siglo XXI. El profesorado debe conocer qué ofrece el mundo de los VJ y su potencial como recurso didáctico. Dicha selección se puede ver influida por las actitudes y concepciones de los docentes a la hora de llevar a cabo iniciativas educativas con los VJ.

## **2. Objetivo de la investigación**

El objetivo de nuestra investigación es el de conocer las concepciones que tienen los docentes en ejercicio y en formación inicial, sobre el uso didáctico de los VJ, así como la de conocer cuáles son las concepciones sobre los contenidos de ciencias a trabajar a través de los VJ. Así, las hipótesis de las que partimos son que existen diferencias entre los docentes en formación inicial y en ejercicio en cuanto a los contenidos a trabajar a través de los VJ y que tales diferencias están relacionadas con haber tenido formación específica en didáctica durante los procesos de formación inicial tanto para los docentes en formación como en ejercicio.

### 3. Participantes

En la presente investigación participan un total de 720 informantes. Del total, 659 pertenecen al conjunto de los denominados "docentes en formación inicial", alumnos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Huelva, tanto de Grado (TIPO I.1 N=570), como de Posgrado para la formación del profesorado de enseñanza secundaria (TIPO I.2 N=89). Además, aquellos pertenecientes al título de Grado se subdividieron en aquellos alumnos matriculados en la titulación de Grado de Maestro de Educación Infantil (N=243) o aquellos alumnos que pertenecían a la titulación del Grado de Educación Primaria (N=327).

Por otro lado, participan un total de 61 informantes pertenecientes al conjunto de docentes en ejercicio, es decir, docentes que desarrollan su labor profesional en aulas ordinarias, de los cuales 7, pertenecían al nivel de Educación Infantil, 32 al de Educación Primaria (TIPO II.1) y 22 docentes de Enseñanza Secundaria (TIPO II.2), de distintas especialidades relacionadas con las CCEE (Biología, Geología, etc.).

### 4. Instrumento

Nos proponemos acercarnos a conocer las concepciones sobre los contenidos a trabajar a través de los VJ. Por lo que, nos resulta interesante describir, analizar y por tanto conocer aquellas variables que inciden en el qué trabajar con los VJ. Dedicamos algunas cuestiones a conocer qué contenidos, qué competencias y qué conjunto de habilidades y destrezas, se favorecen con el uso de VJ en el aula. Destacar que se han seleccionado aquellas habilidades y destrezas relacionadas con el ámbito de las CCEE.

El instrumento de recogida de información fue el Cuestionario sobre actitudes y concepciones en los videojuegos y su implicación didáctica en el aula de Ciencias (CVJ/AC): características psicométricas y publicado en su totalidad en Lorca-Marín, Cuenca-López, y Vázquez-Bernal (2019). De este, en la presente investigación se han seleccionado aquellas variables de interés para el objetivo propuesto (Contenidos, Competencias, habilidades y destrezas).

### 5. Resultados

En la Tabla 1, se muestran los porcentajes y  $\chi^2$ -cuadrado de las variables relacionadas con los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y competencias a trabajar a través de los VJ en función del tipo de informante. La información de ésta se completa aportando la  $\chi^2$  y el p-valor para cada uno de los cruces correspondientes.

---

<sup>a</sup> La codificación utilizada en el trabajo ha sido (I y II para referirse si el informante está en formación o en ejercicio, 1 y 2 para referirse al nivel, si son maestros (primaria) o profesores (secundaria)  
TIPO I.1= maestros en formación, TIPO I.2= profesores en formación, TIPO II, 1= maestros en ejercicio, TIPO II.2= Profesores en ejercicio)

Tabla 1: Clasificación de los participantes en función a las variables de estudio.

| En Formación (Universidad de Huelva) (N=659) |  | En Ejercicio (EABE) (N=61)             |  |
|--|--|--|--|
| Alta Formación en Didáctica Específica       | Baja Formación en Didáctica Específica | Alta Formación en Didáctica Específica | Baja Formación en Didáctica Específica |
| Grado de Infantil (N=243)                    | Posgrado (N=89)                        | Ciclo de Infantil (N=7)                | Secundaria (N=22)                      |
| Grado de Primaria (N=327)                    |  | Ciclo de Primaria (N=32)               |  |

Nota. Se representan el conjunto de criterios propuestos para la clasificación de los informantes.

Podemos observar como aparecen diferencias entre los dos grupos en cada uno de los valores que adquiere la variable contenidos. Así, el porcentaje de profesorado en ejercicio declara detectar más contenidos que los docentes en formación y de entre ellos, los procedimentales en mayor porcentaje que los conceptuales y los actitudinales. De cara a un análisis por tipo de informante según los criterios, en la tabla 2, se muestra los porcentajes y  $\chi^2$ -cuadrado de estas mismas variables.

Tabla 2: Porcentajes y Ji-cuadrado de las variables relacionadas con los contenidos, competencias a trabajar a través de los VJs en función del tipo de informante

| Variable     | Valores         | En Formación (N=659) | En Ejercicio (N=61) | $\chi^2$ | p-valor |
|--------------|-----------------|----------------------|---------------------|----------|---------|
| Contenidos   | Conceptuales    | 223 (33.84%)         | 37 (60.66%)         | 7.04     | .008    |
|              | Procedimentales | 319 (48.41%)         | 53 (86.89%)         | 8.75     | .003    |
|              | Actitudinales   | 234 (35.51%)         | 45 (73.77%)         | 12.43    | .000    |
|              | Com_ling        | 191 (28.98%)         | 36 (59.02%)         | 10.24    | .001    |
|              | Raz_mat         | 260 (39.45%)         | 41 (67.21%)         | 6.26     | .012    |
| Competencias | Con_medio       | 170 (25.80%)         | 43 (70.49%)         | 22.78    | .000    |
|              | Cult_arti       | 154 (23.37%)         | 52 (85.25%)         | 42.05    | .000    |
|              | Social_Ciud     | 127 (19.27%)         | 33 (54.10%)         | 20.26    | .000    |
|              | Dig_Infor       | 357 (54.17%)         | 33 (54.10%)         | .00      | .995    |
|              | Apren_Apren     | 208 (31.56%)         | 45 (73.77%)         | 16.73    | .000    |
|              | Autonomía       | 240 (36.42%)         | 46 (75.41%)         | 12.48    | .000    |

Nota. Se muestran los índices resumen (frecuencia, porcentajes) de los factores de criterio relacionados con los contenidos y competencias (en filas) distribuidos por tipo de informante (en columna). Se acompaña del grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado.

Al igual que en el caso anterior, existen diferencias a tener en cuenta de estos grupos y por tanto se debe proceder a un análisis más pormenorizado de cara a poder establecer estas diferencias. Para ello en la tabla 3, se ha procedido a analizar las posibles diferencias entre los cruces por pares (TIPO I.1/TIPO II.1 y TIPO I.2/TIPO II.2). No aparecen diferencias significativas en ninguno de los casos por lo que para simplificar las tablas y los datos no se ponen de manifiesto en el texto.

Tabla 3: Porcentajes y Ji-cuadrado de las variables relacionadas con los contenidos, competencias a trabajar a través de los VJs en función del tipo de informante según criterios de clasificación

| Variable     | Valores         | TIPO I.1<br>(N=570) | TIPO I.2<br>(N=89) | TIPO II.1<br>(N=40) | TIPO II.2<br>(N=21) | $\chi^2$ | p-valor     |
|--------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|-------------|
| Contenidos   | Conceptuales    | 187 (32.81%)        | 36 (40.45%)        | 26 (65.00%)         | 11 (52.38%)         | 8.24     | <b>.041</b> |
|              | Procedimentales | 271 (47.54%)        | 48 (53.93%)        | 34 (85.00%)         | 19 (90.48%)         | 9.19     | <b>.027</b> |
|              | Actitudinales   | 191 (33.51%)        | 43 (48.31%)        | 31 (77.50%)         | 14 (66.67%)         | 15.71    | <b>.001</b> |
|              | Com_ling        | 159 (27.89%)        | 32 (35.96%)        | 23 (57.50%)         | 13 (61.90%)         | 11.50    | <b>.009</b> |
|              | Raz_mat         | 209 (36.67%)        | 51 (57.30%)        | 30 (75.00%)         | 11 (52.38%)         | 12.28    | <b>.006</b> |
|              | Con_medio       | 124 (21.75%)        | 46 (51.69%)        | 27 (67.50%)         | 16 (76.19%)         | 39.75    | <b>.000</b> |
|              | Cult_arti       | 118 (20.70%)        | 36 (40.45%)        | 37 (92.50%)         | 15 (71.43%)         | 50.92    | <b>.000</b> |
| Competencias | Social_Ciud     | 103<br>(18.07%)     | 24<br>(26.97%)     | 23 (57.50%)         | 10 (47.62%)         | 22.81    | <b>.000</b> |
|              | Dig_Infor       | 297<br>(52.11%)     | 60<br>(67.42%)     | 24 (60.00%)         | 9 (42.86%)          | 2.52     | .472        |
|              | Apren_Apren     | 169<br>(29.65%)     | 39<br>(43.82%)     | 28 (70.00%)         | 17 (80.95%)         | 20.17    | <b>.000</b> |
|              | Autonomía       | 195<br>(34.21%)     | 45<br>(50.56%)     | 29 (72.50%)         | 17 (80.95%)         | 16.23    | <b>.001</b> |

Nota. Se muestran los índices resumen (frecuencia, porcentajes) de los factores de criterio relacionados con los contenidos y competencias (en filas) distribuidos por tipo de informante según criterio (en columna). Se acompaña del grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado.

En cuanto a los contenidos, vemos que entre los maestros existen diferencias, siendo el porcentaje de los maestros en ejercicio mucho más alto en todos los casos que entre los que se encuentran en formación inicial. En cambio, estas diferencias dejan de aparecer cuando el análisis se realiza entre profesores (en formación/ en ejercicio), apareciendo en todos los casos, valores de porcentajes muy parecidos.

Cuando hablamos de competencias, vemos que existen diferencias sean cuales sean los grupos que se analicen, con excepción de la competencia digital y tratamiento de la información y con el cruce entre profesores (TIPO I.2/TIPO II.2), donde no aparece diferencia alguna. Por tanto, podemos deducir que las diferencias se encuentran entre los maestros en formación inicial y en ejercicio.

En la figura 1, se representan las distancias escalonadas de los valores z tipificados de las competencias que se pueden adquirir a través de los VJ. En ella podemos observar que, para los docentes en formación inicial, sea maestros (TIPO I.1) o profesores (TIPO I.2), asumen la competencia digital y tratamiento de la información como competencia a trabajar a través de estos. Sin embargo, cuando hablamos de docentes en ejercicio, varía sustancialmente, siendo la cultura artística la que adquiere gran protagonismo para los maestros en ejercicio (TIPO II.1) y aquellas con la autonomía personal y aprendizaje autónomo para los profesores (TIPO II.2).

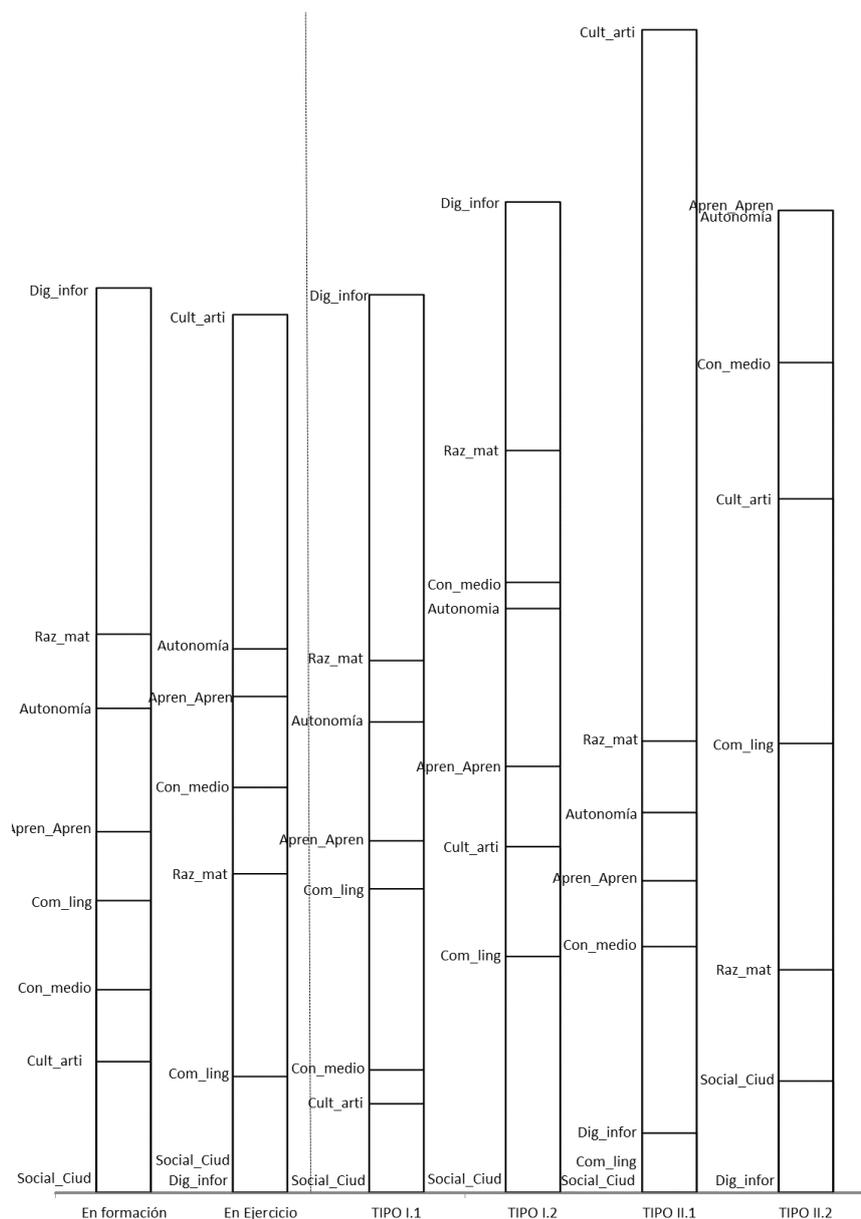


Figura 1. Distancia escalonada de las competencias adquiridas a través de los VJs.

*Nota. Los valores representados se refieren a las diferencias de los índices tipificados z calculados a partir de las proporciones de elección en la muestra.*

En cualquier caso, parece que la competencia que parece que los docentes no detectan a la hora de poner en juego los VJ como recurso es la de social y ciudadana.

Apréciase que la competencia Conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural, adquiere porcentajes intermedios entre todos los informantes con excepción de los maestros en formación inicial cuyo valor desciende notablemente.

Como reflejo de los datos, debemos ir analizando de manera independiente cada una de las habilidades y destrezas propuestas, tanto por tipo de informante (ver tabla 4), como por tipo de informante según los criterios de clasificación (ver tabla 5).

Tabla 4: Ji-cuadrado de las variables relacionadas con los contenidos, competencias a trabajar a través de los VJs en función del tipo de informante según criterios de clasificación (cruce por pares)

| Variable     | Valores         | TIPO I.1 / TIPO II.1 |             | TIPO I.2 / TIPO II.2 |         |
|--------------|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|---------|
|              |                 | $\chi^2$             | p-valor     | $\chi^2$             | p-valor |
| Contenidos   | Conceptuales    | 6.83                 | <b>.009</b> | .38                  | .539    |
|              | Procedimentales | 5.76                 | <b>.016</b> | 2.04                 | .153    |
|              | Actitudinales   | 11.44                | <b>.000</b> | 0.68                 | .410    |
|              | Com_ling        | 7.08                 | <b>.008</b> | 1.79                 | .181    |
|              | Raz_mat         | 8.16                 | <b>.004</b> | .05                  | .827    |
| Competencias | Con_medio       | 19.33                | <b>.000</b> | 1.06                 | .303    |
|              | Cult_arti       | 40.93                | <b>.000</b> | 2.14                 | .144    |
|              | Social_Ciud     | 18.25                | <b>.000</b> | 1.64                 | .201    |
|              | Dig_Infor       | .28                  | .598        | 1.11                 | .292    |
|              | Apren_Apren     | 11.31                | <b>.000</b> | 2.67                 | .102    |
|              | Autonomía       | 8.81                 | <b>.003</b> | 1.6                  | .206    |

Nota. Se muestran el grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado, de los factores de criterio relacionados con los contenidos y competencias (en filas) distribuidos por los cruces TIPO I.1/TIPO II.1 y TIPO I.2 TIPO II.2 (en columna).

Para los docentes en formación inicial, las habilidades y destrezas menos potenciadas por los VJ son: la alfabetización científica, la interacción, el pensamiento crítico y racional, la capacidad de experimentación, el fomento de la curiosidad y/o la participación, con un porcentaje de elección de menos del cincuenta por ciento. Por el contrario, parece ser que: la creatividad, la capacidad para la resolución de problemas, la atención y la agilidad mental, son las destrezas más valoradas por estos informantes. En cambio, para los docentes en ejercicio, prácticamente todas se muestran potenciadas cuando se pone en juego el uso de los VJ en el aula, con unos porcentajes de elección por encima del sesenta por ciento. Ambos grupos parecen coincidir en la opinión (puesto que no aparecen diferencias significativas en ambos grupos) que: la memoria, el análisis y la reflexión, son de las habilidades menos potenciadas por los VJ. Sin embargo, bajo la opinión de ambos grupos, las que más se potencian son: la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y la agilidad metal. Para el resto de habilidades, parece haber una mayor valoración por parte de los docentes en ejercicio frente a los de formación inicial. Si esta misma descripción la presentamos para los tipos de informantes por criterios de clasificación (ver tabla 5), los resultados son similares.

Tabla 5: Porcentajes y Ji-cuadrado de las habilidades y destrezas relacionadas con el ámbito de las ciencias, que se pueden adquirir a través de los VJs en función del tipo de informante

| Variable  | En Formación<br>(N=659) | En Ejercicio<br>(N=61) | $\chi^2$ | p-valor     |
|---|-------------------------|------------------------|----------|-------------|
| Creatividad   | 397 (60.24%)            | 48 (78.69%)            | 1.74     | 0.188       |
| Interacción   | 165 (25.04%)            | 36 (59.02%)            | 14.85    | <b>.000</b> |
| Resolución de problemas                                   | 422 (64.04%)            | 47 (77.05%)            | .83      | .364        |
| Análisis y reflexión                                      | 323 (49.01%)            | 40 (65.57%)            | 1.85     | .174        |
| Curiosidad  | 248 (37.63%)            | 42 (68.85%)            | 8.16     | <b>.004</b> |
| Búsqueda, estructuración y organización de la información | 301 (45.68%)            | 43 (70.49%)            | 4.28     | <b>.039</b> |
| Memoria   | 284 (43.10%)            | 38 (62.30%)            | 2.87     | .090        |
| Alfabetización científica                                 | 130 (19.73%)            | 32 (52.46%)            | 17.84    | <b>.000</b> |
| Toma de decisiones  | 384 (58.27%)            | 48 (78.69%)            | 2.19     | .138        |
| Experimentación   | 227 (34.45%)            | 41 (67.21%)            | 9.83     | <b>.002</b> |
| Atención  | 426 (64.64%)            | 45 (73.77%)            | .41      | .521        |
| Agilidad mental   | 517 (78.45%)            | 54 (88.52%)            | .38      | .537        |
| Participación   | 272 (41.27%)            | 46 (75.41%)            | 8.57     | <b>.003</b> |
| Pensamiento racional                                      | 218 (33.08%)            | 46 (75.41%)            | 15.97    | <b>.000</b> |
| Pensamiento crítico                                       | 178 (27.01%)            | 40 (65.57%)            | 16.99    | <b>.000</b> |
| Aprender por sí mismo                                     | 311 (47.19%)            | 51 (83.61%)            | 8.19     | <b>.004</b> |
| Trabajo individual  | 321 (48.71%)            | 50 (81.97%)            | 6.71     | <b>.009</b> |

Nota. Se muestran los índices resumen (frecuencia, porcentajes) de las habilidades y destrezas relacionadas con el ámbito de las ciencias, que se pueden adquirir a través de los VJs (en filas) distribuidos por tipo de informante (en columna). Se acompaña del grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado.

El grupo formado por maestros en formación inicial (TIPO I.1) son los que presentan porcentajes más bajos de acuerdos, en contraposición a los maestros en ejercicio (TIPO II.1) quienes presentan mayores porcentajes de elección.

Cuando se observan los datos en relación al cruce de docentes en formación inicial frente a docentes en ejercicio (TIPO I.1/TIPO II.2) y (TIPO I.2/TIPO II.2) (ver tabla 6), el análisis vuelve a no ser distinto a lo descrito anteriormente. Parece que tanto los docentes en ejercicio como en formación inicial, coinciden en ver la resolución de problemas, la toma de decisiones, la atención y la agilidad mental, como las habilidades más potenciadas. Por el contrario, la creatividad, el análisis, la reflexión y la memoria, son las habilidades menos promovidas por los VJ para ambos grupos. Para el resto de variables la valoración en la adquisición de habilidades a través de los VJ está más valorada por docentes en ejercicio que en formación inicial. Cuando comparamos las opiniones de los profesores (TIPO I.2/TIPO II.2) vemos como no existen diferencias significativas entre los porcentajes de elección de ambos grupos. Siendo muy elevada la valoración en el potencial que poseen los VJ para cada una de las habilidades analizadas.

Tabla 6: Porcentajes y Ji-cuadrado de las habilidades y destrezas relacionadas con las ciencias, que se adquieren a través de los VJs por tipo de informante según criterios de clasificación

| Variable  | TIPO I.1<br>(N=570) | TIPO I.2<br>(N=89) | TIPO II.1<br>(N=40) | TIPO II.2<br>(N=21) | $\chi^2$ | p-valor |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|---------|
| Creatividad   | 343 (59.24%)        | 54 (60.67%)        | 29 (72.50%)         | 19 (90.48%)         | 2.06     | .560    |
| Interacción   | 130 (22.45%)        | 35 (39.33%)        | 22 (55.00%)         | 14 (66.67%)         | 20.88    | .000    |
| Resolución de Problemas                                   | 356 (61.49%)        | 66 (74.16%)        | 31 (77.50%)         | 16 (76.19%)         | 1.78     | .620    |
| Análisis y reflexión                                      | 267 (46.11%)        | 56 (62.92%)        | 27 (67.50%)         | 13 (61.90%)         | 4.40     | .221    |
| Curiosidad  | 206 (35.58%)        | 42 (47.19%)        | 28 (70.00%)         | 14 (66.67%)         | 9.84     | .02     |
| Búsqueda, estructuración y organización de la información | 252 (43.52%)        | 49 (55.06%)        | 30 (75.00%)         | 13 (61.90%)         | 5.78     | .123    |
| Memoria   | 246 (42.49%)        | 38 (42.70%)        | 27 (67.50%)         | 11 (52.38%)         | 3.23     | .358    |
| Alfabetización científica                                 | 102 (17.62%)        | 28 (31.46%)        | 22 (55.00%)         | 10 (47.62%)         | 23.08    | .000    |
| Toma de decisiones  | 317 (54.75%)        | 67 (75.28%)        | 30 (75.00%)         | 18 (85.71%)         | 5.25     | .154    |
| Experimentación   | 189 (32.64%)        | 38 (42.70%)        | 27 (67.50%)         | 14 (66.67%)         | 11.22    | .011    |
| Atención  | 366 (63.21%)        | 60 (67.42%)        | 30 (75.00%)         | 15 (71.43%)         | .50      | .919    |
| Agilidad mental   | 437 (75.47%)        | 80 (89.89%)        | 35 (87.50%)         | 19 (90.48%)         | 1.30     | .729    |
| Participación   | 229 (39.55%)        | 43 (48.31%)        | 32 (80.00%)         | 14 (66.67%)         | 9.61     | .022    |
| Pensamiento racional                                      | 179 (30.92%)        | 39 (43.82%)        | 32 (80.00%)         | 14 (66.67%)         | 18.61    | .000    |
| Pensamiento crítico                                       | 146 (25.22%)        | 32 (35.96%)        | 28 (70.00%)         | 12 (57.14%)         | 19.40    | .000    |
| Aprender por sí mismo                                     | 258 (44.56%)        | 53 (59.55%)        | 33 (82.50%)         | 18 (85.71%)         | 10.27    | .016    |
| Trabajo individual  | 267 (46.11%)        | 54 (60.67%)        | 32 (80.00%)         | 18 (85.71%)         | 8.61     | .035    |

Nota. Se muestran los índices resumen (frecuencia, porcentajes) de las habilidades y destrezas relacionadas con el ámbito de las ciencias, que se pueden adquirir a través de los VJs (en filas) distribuidos por tipo de informante según los criterios de clasificación (en columna). Se acompaña del grado de significación (p-valor) de las diferencias de frecuencias a través de la prueba estadística Ji-cuadrado.

Por

último y en un análisis general, como se puede observar en la figura 2, las habilidades menos valoradas son la alfabetización científica y la interacción. Siendo la agilidad mental aquella que se considera como la habilidad más potenciada cuando el VJ se pone al servicio del proceso de E/A.

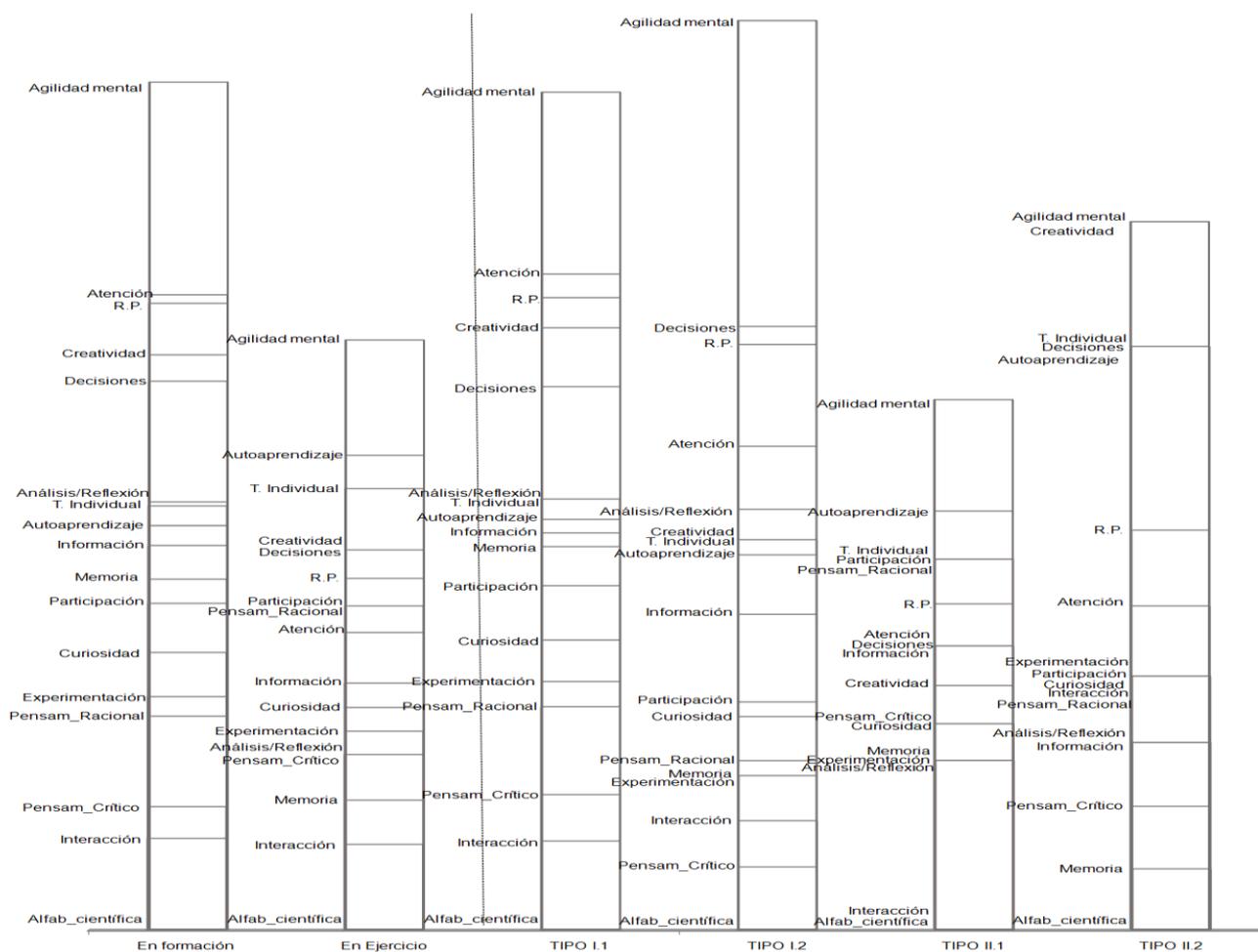


Figura 2. Distancia escalonada de las distintas habilidades y destrezas relacionadas con el ámbito de las ciencias, que se pueden adquirir a través de los videojuegos.

Nota. Los valores representados se refieren a las diferencia de los índices tipificados z calculados a partir de las proporciones de elección en la muestra.

## 6. Discusión

A la hora de poner de relieve qué tipo de contenidos se pueden trabajar desde el área de didáctica de las CCEE cuando usamos los VJ como recurso y que darán respuesta al segundo interrogante planteado en este objetivo, obtenemos que los docentes en ejercicio declaran detectar más contenidos que los docentes en formación inicial y de entre ellos, los procedimentales en mayor porcentaje que los conceptuales y los actitudinales.

En este sentido, parece que los docentes en ejercicio detectan, en contraposición a los docentes en formación inicial, todo tipo de contenidos de ciencias. Tienen presente la capacidad de los VJ para el aprendizaje de saberes, desarrollar habilidades y potenciar valores, por tanto, bajo su punto de vista conformaría su posible utilidad en el aula.

Se analizaron los resultados cruzando los docentes en formación inicial y los docentes en ejercicio, pero diferenciándolos según hubiesen tenido formación específica en didáctica o no. En este sentido se observa que los informantes más críticos con la adquisición de algún tipo de contenido a través de los

VJ fueron los informantes en formación inicial y especialmente los que habían recibido formación específica en didáctica. Por el contrario, aquellos informantes que se encuentran en ejercicio y que, a su vez, en su periodo de formación cursaron asignaturas en didácticas específicas, son los que más apuestan por el uso de esta herramienta a la hora de adquirir contenidos. En el caso de este último grupo, valoraban especialmente la adquisición de los contenidos procedimentales ("Explorar los diferentes ecosistemas en una realidad virtual, con los que puedan interactuar", "reflexionar sobre determinadas acciones en el medio ambiente", "clasificar los seres vivos", "a investigar, a buscar, a seleccionar elementos", "a experimentar, visualizando y practicando ciertos experimentos.", "a tomar decisiones"), seguidos de los actitudinales ("favorece la interacción entre la realidad social, cultural y natural...", "respeto por el medio ambiente y la naturaleza", "...fomenta la visión espacial de un planeta.") y por último, los conceptuales ("...conocer los ecosistemas y aquellos elementos que los conforman", "...los seres vivos, diferencias y similitudes." "...el cuerpo humano que permite trabajar de forma más visual y conocer nuestra anatomía por dentro...", "la mayor parte de contenidos relacionados con el sistema solar, la materia, energía, animales, etc.", "El ciclo del agua. La diversidad natural y social. Parajes naturales. El universo. Las células. Los tipos de rocas."). Curiosamente, tanto los de formación inicial como en ejercicio con o sin formación en didáctica, coincidían en que son los contenidos procedimentales los que más adquirirían a través de los VJ, seguidos de los actitudinales. Los datos apuntan a que el conjunto de docentes, en su totalidad, son escéptico a la hora de ver el valor de los VJ en la adquisición de los contenidos conceptuales.

En este punto, debemos decir que hemos observado, en la mayoría de los trabajos consultados, una escasa actitud crítica a la hora de evaluar los VJ como recurso didáctico. Solo los trabajos de Aranda, Sánchez-Navarro y Tabernero (2009), con una muestra de alumnos de secundaria, concluyen que los VJ no van más allá de su vertiente más lúdica y de entretenimiento. Por el contrario, existen multitud de trabajos que avalan el efecto positivo que sobre los contenidos en general facilitan los VJ (Abella & García, 2010; Amar, 2010; González & Blanco, 2008; Lacasa, 2011; Revuelta & Guerra, 2012).

La mayoría de los trabajos consultados encuentran efectos positivos a nivel procedimental y actitudinal. En relación a los contenidos procedimentales, Laniado y Pietra (2005) evidencian la influencia de los VJ a la hora de potenciar habilidades cognitivas, emocionales, y como instrumento de estudio. Revuelta y Guerra (2012) resaltan su valor en el desarrollo de la autonomía y de destrezas útiles para la individualidad. Bernat, (2008) subrayan su interés para el desarrollo de habilidades comunicativas. En cuanto a los contenidos actitudinales, los trabajos consultados resaltan aquellos referidos a la adquisición de seguridad personal (Bernat, 2008; Gómez del Castillo, 2007), relaciones sociales (Gómez del Castillo, 2007) y la crítica reflexiva y el desarrollo de actitudes (Bernat, 2008; Gros 2008).

Sin embargo, no se han encontrado evidencias claras que avalen el valor de los VJ a la hora de la adquisición de contenidos conceptuales (mucho menos en relación a contenidos del área de las CCEE) más allá de experiencias puntuales docentes (Abella & Gacia, 2010; González & Blanco, 2008; Kahne et al., 2009; Lacasa, 2011). Por tanto, no podemos concluir con rigurosidad los beneficios de los VJ en este aspecto.

Otro de los elementos que hemos analizado por su interés educativo y como elemento curricular, son las Competencias. Cuando hablamos de competencias que los informantes declaran observar a la hora de trabajar con VJ en el aula, entre los docentes en formación inicial, con excepción de la competencia digital y tratamiento de la información, el resto en ningún caso supera el cincuenta por ciento. Así y, por el contrario, lo que ocurre con los docentes en ejercicio es que en su totalidad todas las competencias que declaran son trabajadas a través del uso de los VJ.

Centrándonos con los profesores en ejercicio, se observa como la competencia Cultural y Artística es la más seleccionada de entre ellas, seguidas de la Autonomía e iniciativa personal y Aprender a aprender.

Sin embargo y sorprendentemente, aparece como la menos fomentada en los VJ la Digital y tratamiento de la información, Social y ciudadana y Comunicación lingüística.

Cuando los datos fueron analizados en base a la formación específica en didáctica que tuviesen los informantes, parece haber cierta contradicción entre los que ejercen y los que están en periodo de formación. En este sentido, los docentes en ejercicio afirman que a través de los VJ, la posibilidad es más probable que se adquieran la competencia Cultural y artística, Razonamiento matemático y Autonomía e iniciativa personal. Sin embargo, para los docentes en formación inicial es la competencia Digital y tratamiento de la información, Razonamiento matemático y Conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural serían las adquiridas a través de esta herramienta con mayor probabilidad. Por el contrario, parece ser que la competencia Social y ciudadana y Comunicación lingüística, son las que menos aprecian.

Como se ha podido comprobar, las opiniones sobre las competencias que se adquieren a través de los VJ, para los distintos tipos de docentes es muy heterogénea y no permite extraer un perfil claro de cómo los VJ pudieran favorecer la adquisición de competencias en la docencia. Pero estas diferencias e inconsistencias en las respuestas de los informantes, las entendemos como un problema derivado de la propia definición (Perales et al., 2014) y conceptualización de la idea de competencia. Es decir, cuando les preguntábamos a los informantes por las competencias, desde nuestro punto de vista, tenemos serias dudas sobre si los informantes tenían una idea unívoca y unificada de la concepción de competencia sobre la que se consultaba. El término competencia en general y su clasificación en particular, genera una visión arbitraria y poco precisa de su propio significado, de ahí que se pudiesen explicar la variedad de respuestas obtenidas.

La búsqueda de evidencias independientes en la literatura, tampoco arroja luz en este punto. Todos los autores consultados (Díaz, 2013; Frey, 2012; Gros, 2008; Padilla-Zea et al., 2011, 2015;) coinciden en exaltar la importancia del aprendizaje por competencias como vértice en la gestión de los procesos educativos. Todos estos autores concurren que el proceso de E/A no debe centrarse en la evaluación de conocimientos, sino en la adquisición de competencias, es decir, la consecución de habilidades y destrezas que desarrolla y adquiere un alumno para comprender, transformar e interactuar de manera efectiva con el mundo que lo rodea. Sin embargo, cuando se ponen en juego la evaluación de estas competencias nos encontramos evidencias específicas entorno a ellas. La literatura consultada engloba sus resultados y conclusiones en torno a habilidades, destrezas y actitudes específicas adquiridas a través de los VJ. No existe hasta el momento una evaluación en profundidad y sistemática de la adquisición de competencias de manera general y menos en el campo de las CCEE a través de este recurso.

Para Perales (2014), la enorme variedad de definiciones ha provocado un doble problema: el carácter polisémico del término y la existencia de diversos enfoques, de modo que resulta complicado hablar de definiciones consensuadas universalmente. Lo que sí cabe hacer es identificar aquellas características que le son propias y que nos permiten diferenciarlo de otros conceptos. Por tanto, no sería aventurado inferir que al igual que los autores se acercan a la competencia a través de las habilidades y destrezas, que los docentes que han participado en nuestro hayan realizado un análisis análogo. Es posible que éstos, asocien la adquisición de las competencias a una serie de habilidades. Es decir, la interpretación que hacen de cada competencia, se basa en la habilidad que asocian a ésta y por tanto varíe según el sujeto. A la vez, cuando se le solicita que lo contextualice en el campo de los VJ, cada sujeto lo interpreta según el VJ que conozca, de manera que es posible que la incoherencia se deba a la falta de concreción y precisión que lleva consigo el propio concepto de competencia, así como su contextualización.

La idea anterior se confirma cuando utilizamos términos más claros y unívocos como habilidades y destrezas por la que se consultaron. En este caso, se obtuvieron un acuerdo mayor y coherencia entre los distintos grupos. De esta forma, parece que los docentes en formación inicial y en ejercicio, independientemente de la formación específica en didáctica que tuviesen, coinciden que las habilidades

más potenciadas por los VJ son: la agilidad mental, la atención, la resolución de problemas, el trabajo individual y la toma de decisiones. Por el contrario, la alfabetización científica, la interacción, la memoria, el pensamiento crítico y racional, el análisis y reflexión, la experimentación y curiosidad, son las destrezas menos potenciadas a ojos de los informantes.

En esta misma dirección, encontramos una amplia diversidad de trabajos que subrayan el uso de los VJ y su importancia en la adquisición de habilidades y destrezas del tipo, concentración, motoras, verbales, matemáticas, visuales y de resolución de problemas (Padilla et al., 2015; Sánchez & Esnaola, 2014).

## 7. Conclusiones

A la hora de identificar los contenidos y competencias que se trabajan a través de los VJ, se aprecian en los resultados una relación directa con la experiencia docente. Los docentes en ejercicio identifican y enumeran un mayor número de competencias, contenidos y habilidades que puedan ser adquiridas por esta herramienta.

Además, el hecho de haber recibido una formación específica en didáctica, potencia esta relación. De manera que los docentes que, en su proceso de formación inicial recibieron formación en didáctica específica y que actualmente se encuentran en ejercicio, presentan mayor predisposición a encontrar competencias y contenidos.

Sin embargo, este resultado debe ser matizado. Respecto a los contenidos, esta diferencia entre grupos desaparece cuando los contenidos son diferenciados por la formación en didáctica.

Existe unanimidad entre todos los grupos en el potencial de los VJ a la hora de trabajar contenidos procedimentales, seguidos de los actitudinales. Solo de manera marginal se valoran los VJ como una herramienta práctica para trabajar contenidos conceptuales. Se observa que los informantes más críticos con la adquisición de algún tipo de contenido, a través de los VJ, fueron los informantes en formación inicial y que habían recibido formación específica en didáctica. Por el contrario, aquellos informantes que se encuentran en ejercicio y que, a su vez, en su periodo de formación cursaron asignaturas en didácticas específicas, son los que más apuestan por el uso de esta herramienta a la hora de adquirir contenidos.

Respecto a las competencias, como se evidenció, las opiniones son muy heterogéneas de como los VJ pueden favorecer la adquisición de las mismas. A pesar de coincidir nuestros resultados con los aportados desde la literatura científica sobre el valor de las competencias como eje central de los procesos educativos, hemos identificado un problema derivado de la propia definición y conceptualización de la idea de competencia. Es decir, desde nuestro punto de vista, tenemos serias dudas sobre si existe una idea unívoca y unificada de la concepción de competencia. El término competencia en general y su clasificación en particular, genera una visión arbitraria y poco precisa de su propio significado. Además, no sería aventurado inferir que, al igual que muchos autores se acercan a la competencia a través de las habilidades y destrezas, los docentes que han participado en nuestro estudio hayan realizado un análisis análogo. Es posible que éstos, asocien la adquisición de las competencias a una serie de habilidades. Por lo tanto, la interpretación que hacen de cada competencia, se basa en la habilidad que asocien a ésta y por tanto varíe según el sujeto.

La idea anterior se confirma cuando utilizamos términos más claros y unívocos como habilidades y destrezas por la que se consultaron. En este caso, se obtuvieron un acuerdo mayor y coherencia entre los distintos grupos. De esta forma, parece que los docentes en formación inicial y en ejercicio, independientemente de la formación específica en didáctica que tuviesen, coinciden que las habilidades

más potenciadas por los VJ son: la agilidad mental, la atención, la resolución de problemas, el trabajo individual y la toma de decisiones. Por el contrario, la alfabetización científica, la interacción, la memoria, el pensamiento crítico y racional, el análisis y reflexión, la experimentación y curiosidad, son las destrezas menos potenciadas a ojos de los informantes.

Por tanto, podemos concluir que a las competencias debemos acercarnos a través de los contenidos que se subordinan en estas y se hace necesaria su incardinación a través de indicadores que las definen.

## Referencias bibliográficas

Abella, L. E. & García, A. (2010). El uso de videojuegos para la enseñanza de las ciencias, nuevos desafíos al papel docente. *Revista EDUCyT*, (2), 19-32.

Amar, V. (2010). La educación en medios digitales de comunicación. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, (36), 115-124.

Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Darling, E. F. & Mitroff, S. R. (2013). Action video game playing is associated with improved visual sensitivity, but not alterations in visual sensory memory. *Attention, Perception, y Psychophysics*, 75(6), 1161-1167.

Aranda, D., Sánchez-Navarro, J. & Taberner, C. (2009). *Jóvenes y ocio digital. Informe sobre el uso de herramientas digitales por parte de adolescentes en España*. Barcelona: Editorial UOC.

Area-Moreira, M. (2011). Las tecnologías de la información y la comunicación como recurso didáctico. En I. Cantón Mayo, y M. Pino-Juste (Coords.), *Diseño y desarrollo del currículum*. Madrid: Alianza.

Bergna, P. (Productor). (2013) *¿Cómo aprender a aprender con los videojuegos?* [Vídeo]. Disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=EuMLQcYIK5Y>

Bernat, A. (2008). La construcción de conocimientos y la adquisición de competencias mediante el uso de los videojuegos. En B. Gros (Coord.), *Videojuegos y aprendizaje*, 93-112. Barcelona: Grao.

De Pro, A., Sánchez, G. & Valcárcel, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza De Las Ciencias*, 26(2), 193-210.

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.

Del Castillo, H., Herrero, D., García-Varela, A. B., Checa, M. & Monjelat, N. (2012). Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: Alfabetización digital e identidad. RED. *Revista De Educación a Distancia*, (33).

Díaz, A. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 17(3), 11-33. Disponible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev173ART1.pdf>

Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, (24), 35-56.

Firth, N., Greaves, D. & Frydenberg, E. (2010). Coping styles and strategies: A comparison of adolescent students with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 43(1), 77-85.

Frey, R. (2012). Computers games as preparation for future learning. En D. Ifenthaler, D. Eseryel, y X. Ge (Eds.), *Assesment in game-based learning* (pp. 431-451). London: Springer.

Gee, J. P. (2008). "Learning and games". The ecology of games: Connecting youth, games, and learning. En K. Salen (Ed.), *The ecology of games* (pp. 21-40). Cambridge: MIT Press. doi:10.1162/dmal.9780262693646.021

Gómez del Castillo, M. (2007). Videojuegos y transmisión de valores. *Revista Iberoamericana De Educación*, 43(6), 1-10.

González, C. & Blanco, F. (2008). Integrating and educational 3D game in Moodle. *Journal Simulation and Gaming*, 39(3), 399-413. doi: 10.1177/1046878108319585

González, C., García-Barros, S. & Martínez, C. (2015) Qué contenidos y qué habilidades cognitivo-lingüísticas emplea el profesorado de primaria y secundaria en la enseñanza de la astronomía. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 71-89.

Gros, B. (2008). *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó.

Higgins, S. (2001). ICT and teaching for understanding. *Evaluation y Research in Education*, 15(3), 164-171.

Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.

Jenkins, H. (2006). *Fans, bloggers and gamers: Exploring participatory culture*. New York: New York University.

Jenkins, H., Purushotma, R., Clinton, K., Weigel, M. & Robison, A. (2006). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21<sup>o</sup> Century*. Chicago, IL: The MacArthur Foundation.

Jiménez-Liso, M. R., Hernández-Villalobos, L. & 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.

Kahne, J., Middaugh, E. & Evans, C. (2009). *The civic potential of video games*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Press.

Kornell, N., Castel, A. D., Eich, T. S. & Bjork, R. A. (2010). Spacing as the friend of both memory and induction in young and older adults. *Psychology and Aging*, 25(2), 498.

Lacasa, P. (2011). *Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Ediciones Morata.

Laniado, N. & Pietra, G. (2005). *Videojuegos, internet y televisión: Cómo evitar sus efectos perjudiciales en nuestros hijos*. Barcelona: Oniro.

Lorca-Marín, A. A., Cuenca-López, J. M<sup>a</sup>. & Vázquez-Bernal, B. (2019). Cuestionario sobre actitudes y concepciones en los videojuegos y su implicación didáctica en el aula de Ciencias (CVJ/AC):

características psicométricas. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 11, 101-120

Marcos, M. D. M. & Santorum, M. (2012). La narración del videojuego como lugar para el aprendizaje inmersivo. *Revista de Estudios de Juventud*, (98), 77-89.

Martínez, C. & González, W. (2014). Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 51-81.

Padilla-Zea, N., Gutiérrez, F. L., López-Arcos, J. R., Abad-Arranz A. & Paderewski, P. (2011). Modeling storytelling to be used in educational video games. *Computers in Human Behavior*, 31, 461-474.

Padilla-Zea, N., Medina, N., Gutiérrez-Vela, F. L., Paderewski, P., López-Arcos, J. R., Núñez Delgado, M. P. & Rienda-Polo, J. (2015). Evaluación continua para aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para videojuegos educativos. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (21), 25-38.

Perales, F. J., Burgos, O. & Gutiérrez, J. (2014). El programa Ecoescuelas: Una evaluación crítica de fortalezas y debilidades. *Perfiles Educativos*, 36(145), 98-119.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21-21.

Revuelta, I. F. & Guerra, J. (2012). ¿Qué aprendo con videojuegos? Una perspectiva de metaaprendizaje del videojugador. *Revista de la Educación a Distancia*, (33). Disponible en <http://revistas.um.es/red/article/view/233161>

Salen, K. & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Massachusetts: MIT Press.

Sánchez García, A.B. & Galindo Villardón, P. (2018). Uso e integración de las TIC en el aula y dificultades del profesorado en activo de cara a su integración. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 22(3), 341-358.

Sanmartí, N. (2010). *Competencias: ¿más burocracia o un constructo útil?* Trabajo presentado en el II Congreso Internacional de Didácticas. La actividad del docente: Intervención, innovación, investigación, Girona, España.

# ¿Cómo estamos formando a las futuras maestras para enseñar ciencias en el grado de educación infantil?

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 88-99

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Antonio de Pro Bueno , Carlos de Pro Chereguini , José Cantó Doménech 

Rebut: 19/09/2019 Acceptat: 14/10/2019

## Resumen

La formación inicial de maestras para enseñar ciencias en Educación Infantil es un ámbito de investigación menos trabajado que otros de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Hace unos años se realizó una reforma del Grado de Educación Infantil. Dicha reforma llevaba incorporada la elaboración de unas Guías Docentes (GD) de las asignaturas que forman el plan de estudios de la titulación. El propósito de este trabajo es analizar las GD de Didáctica de las Ciencias Experimentales, elaboradas en algunos centros universitarios de España. En particular, nos centramos en la distribución por asignaturas, las competencias, los contenidos, la metodología y los criterios de evaluación.

**Palabras claves:** Formación inicial maestros, Educación Infantil, Guías docentes, Competencias para enseñar Ciencias.

## Abstract

The initial training of teachers to teach sciences in Early Childhood Education is a less worked field of investigation than other ambits of the Didactics of Experimental Sciences. A few years ago, a reform of the Early Childhood Education Degree was carried out. This reform incorporated the elaboration of Teaching Guides (TG) of the subjects that make up the study plan of degree. The aim of this work is to analyze the TG of Didactics of Experimental Sciences, produced in some university centers in Spain. In particular, we focus on the distribution by subject, competencies, contents, methodologies and evaluation criteria.

**Key words:** Initial teacher training, Early Childhood Education, Teaching guides, Science teaching skills.

## 1. La Formación inicial de maestras para enseñar Ciencias en Educación Infantil

La formación del profesorado es una línea prolífica de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (en adelante, DCE). En España, hay muchas aportaciones sobre los docentes de Primaria o Secundaria; pero pocas se ocupan de las maestras de Educación Infantil (en adelante, EI) (García, 2008).

La EI es una etapa educativa en la que hay factores que impiden ver con nitidez la presencia de los contenidos de ciencias (Cantó, Pro Bueno & Solbes, 2016).

- La creencia de que tiene una finalidad "asistencial" y que lo único importante es aprender a leer y a escribir. No se suelen valorar la creación de hábitos saludables, la exploración sensorial del mundo que les rodea o la iniciación a la indagación científica.
- La presentación de los contenidos en nuestro currículum oficial (tres áreas globalizadas), frente a la tradicional organización disciplinar, puede hacer pensar erróneamente que hay "poca ciencia" que trabajar de 0-6 años.
- El escaso número de trabajos de DCE sobre esta etapa en revistas de impacto puede hacer pensar que "hay poco que investigar" porque "hay poco que hacer" en este ámbito.

Aunque haya otros factores, pensamos que el más preocupante es que no todos los formadores de las futuras maestras conocen la EI. Una formación inicial adecuada debería contemplar: qué contenidos científicos se imparten y por qué se trabajan en esta etapa, qué dificultades tiene el alumnado para aprenderlos, qué actividades se realizan, qué materiales se utilizan, qué y cómo evalúan, qué funciona y qué no... (Cantó, Pro Bueno & Solbes, 2016). Y, si no se conocen las aulas, es difícil atender sus necesidades.

Además, las futuras maestras de EI tienen características a considerar en el proceso formativo:

Sus conocimientos científicos influyen, sin duda, en su labor profesional y no siempre son los idóneos. Debemos identificar qué necesitan conocer para enseñar ciencias en EI (Greenfield et al., 2009), sin olvidar las características de la etapa (globalización, formación integral, valor de las emociones...) y la edad de su alumnado. Por ello, hay que ocuparse del aprendizaje de habilidades científicas y la creación de hábitos, y no tanto de los contenidos "disciplinares" (Worth, 2010).

Si con el título de "Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en EI", "Las Ciencias de la Naturaleza en EI"... o similares, sólo se ofrece "repetir la formación de secundaria", la futura maestra puede pensar que no hay contenidos didácticos, en la DCE, para esta etapa o –lo que es peor– que no son necesarios.

Resulta relevante la importancia que le den al aprendizaje de la ciencia en EI. Debemos indagar en qué les interesa a las futuras maestras (Cantó & Solbes, 2014) o cuáles son sus actitudes (Osborne, Simon y Collins, 2003), ya que sus concepciones y creencias son determinantes para seleccionar contenidos, planificar lo que van a hacer o al intervenir en el aula.

El conocimiento profesional de nuestro alumnado se basa en sus recuerdos como estudiantes ya que la mayoría no tienen práctica docente. No obstante, sus experiencias en EI o Prescolar se han visto desplazadas por otras más cercanas. Por ello, tienen una "imagen distorsionada" de la enseñanza de las ciencias: las que estudiaron en secundaria no tienen nada que ver con las que deben enseñar en EI. Y hay que insistir en ello en la formación inicial (Arias, Álvarez & Álvarez, 2013; Oliveira, 2010).

Para alcanzar las competencias que precisa una futura maestra de EI, se deben utilizar estrategias adecuadas. Por eso, en las clases de DCE, hay que enseñar con una metodología que facilite el cambio didáctico. Éste (que debe ser a la vez conceptual, metodológico y actitudinal) no es algo fácil si sólo "se vive" una metodología transmisiva (Bell, 1998).

Por último, el Grado de Educación Infantil pretende que los estudiantes adquieran competencias para un determinado ejercicio profesional. Sin embargo, creemos que este enfoque todavía no se ha interiorizado en nuestras facultades y, en particular, en nuestras titulaciones.

## 2. Problemas de la investigación

García (2016) analizó la presencia de la DCE en el Grado de Educación Primaria. Otras, como las del Centro Nacional de Investigación e Innovación Educativas (2019), son de carácter más general y no entran en la presencia de la DCE. E, incluso, hay aportaciones que contrastan la formación inicial de diferentes países (Ramírez, 2015; Rebolledo, 2015). No obstante, no hemos encontrado aportaciones similares para el Grado de Educación Infantil o equivalente.

Hay creencias paradójicas que condicionan lo que podemos realizar en la formación inicial para enseñar Ciencias en Educación Infantil.

- algunos formadores piensan que, hasta que las futuras maestras no sepan Ciencias, no es posible plantearse cómo enseñarla. Pero ¿realmente les enseñamos las ciencias que necesitan en el aula de EI?
- defendemos la importancia de variables no cognitivas, de las cualidades personales, de aspectos vocacionales pero no las consideramos para acceder al Grado. ¿Por qué no se utilizan para realmente seleccionar a las mejores?
- ofrecemos un número de plazas para acceder al Grado de Educación Infantil que masifican nuestras aulas. Esto dificulta el desarrollo de nuestras materias y la elección de tutores y centros idóneos en las Prácticas de Enseñanza. ¿Por qué no se reduce la oferta?
- cotidianamente nos quejamos de que los estudiantes no pueden transferir a las aulas lo que le enseñamos en DCE (por carencias formativas o por reticencias de los maestros-tutores). ¿Probamos previamente en las aulas de EI lo que enseñamos en el Grado? ¿Transferimos lo que “vemos en las aulas de EI” a nuestras asignaturas?

Sin duda, estos problemas no son nuevos y deberían haberse afrontado al concretar la propuesta formativa para el Grado de Educación Infantil. En las directrices de esta titulación (MEC, 2007a; 2007b) se incidía en el número de créditos, las competencias del título, la distribución de módulos y materias, sus competencias...De la discusión y el enfrentamiento –más que del debate– surgieron las Memorias de los Grados y, en función de éstas, las Guías Docentes (GD) de las asignaturas. La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) –o sus equivalentes en las CC.AA. – aprobó los proyectos iniciales, los cambios, el seguimiento y la acreditación de los títulos.

Por ello, es el momento para plantearse: ¿Cómo se han trasladado las directrices oficiales a las GD de las asignaturas de DCE?

## 3. Metodología

Coincidimos con García (2016) que la GD no es un reflejo exacto de la actividad formativa, pero resulta útil para entender su enfoque. Por ello, analizamos las GD de DCE de ocho Facultades de Educación: Almería (UAL), Extremadura (UEX), Málaga (UMA), Murcia (UMU), Santiago de Compostela (USC), Valencia (UV), Valladolid (UVA) y Zaragoza (UZAR). La elección se realizó por criterios de accesibilidad y proximidad.

Nuestro estudio es un análisis documental. Nos centramos en las materias obligatorias del área, las que cursan todos los futuros maestros. Examinamos los elementos que fija la ANECA para las GD:

- Presencia en la titulación: distribución de asignaturas y créditos.

- Competencias a desarrollar.
- Contenidos formativos: científicos y didácticos.
- Metodología y tipos de actividades.
- Criterios de evaluación.

Vamos a comentar algunos. Según la ANECA (2015, p. 21), las competencias se consideran:

El conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes que se adquieren o desarrollan mediante experiencias formativas coordinadas, las cuales tienen el propósito de lograr conocimientos funcionales que den respuesta de modo eficiente a una tarea o problema de la vida cotidiana y profesional que requiera de un proceso de enseñanza y aprendizaje.

Para el Grado de Educación Infantil, vienen fijadas: 12 competencias generales (Apartado 3) y 66 modulares (formación básica, didáctico y disciplinar, Practicum) (Apartado 5) (MEC, 2007a; 2007b).

ANECA (2015) diferencia competencias básicas, generales, específicas y transversales. No obstante, parece que cada universidad ha hecho su interpretación de las normativas. No hay consenso en la categorización: número, tipo, distribución, denominación... ¿Es lógica esta heterogeneidad en el significado de un término tan importante en el sistema universitario?

Analizamos las competencias recogidas en las GD de DCE (no lo incluimos por motivos de espacio), y nos centramos en las específicas. Hay seis en el módulo didáctico-disciplinar Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, de las Ciencias Sociales y de la Matemática; se han excluido dos de Didáctica de las Matemáticas y una de Didáctica de las Ciencias Sociales. A éstas había que añadir otras dos del módulo de formación básica Infancia, salud y alimentación. Se recogen en Figura 1.

| Módulo didáctico disciplinar (Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza) |  |
|---|--|
| Código  | Competencia  |
| ACN1  | Conocer los fundamentos científicos, matemáticos y tecnológicos del currículo de esta etapa así como las teorías sobre la adquisición y desarrollo de los aprendizajes correspondientes. |
| ACN2  | Conocer la metodología científica y promover el pensamiento científico y la experimentación.   |
| ACN3  | Conocer los momentos más sobresalientes de la historia de las ciencias y las técnicas y su trascendencia.  |
| ACN4  | Elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, técnica, sociedad y desarrollo sostenible.  |
| ACN5  | Promover el interés y el respeto por el medio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos.   |
| ACN6  | Fomentar experiencias de iniciación a las tecnologías de la información y la comunicación.   |

| Módulo de formación básica (Infancia, salud y alimentación) |   |
|---|---|
| Código  | Competencia   |
| ISA1  | Conocer los principios básicos de un desarrollo y comportamientos saludables.   |
| ISA2  | Identificar trastornos en el sueño, la alimentación, el desarrollo psicomotor, la atención y la percepción auditiva y visual. |

Figura 1. Competencias específicas propias de las asignaturas de DCE

En cuanto a los contenidos, hemos diferenciado los de carácter científico y didáctico.

- para los primeros, establecimos siete bloques y categorizamos los contenidos que aparecían en los documentos. También indagamos en el tipo de contenidos (conceptos, procedimientos, actitudes).
- para los didácticos, contemplamos las once categorías de García (2016).

Respecto a la metodología, estudiamos la presencialidad y categorizamos las actividades recogidas en las GD. Por último, analizamos las herramientas y criterios de evaluación.

## 4. Descripción y análisis de los resultados

### 4.1 Presencia en la titulación

En la Figura 2 recogemos algunas características de las asignaturas de DCE.

| Universidad       | Asignatura   |                  |          | Créditos ECTS |
|-------------------|--|------------------|----------|---------------|
|                   | Curso  | Tipo             | Créditos |               |
| Almería (UAL)     | <i>Educación Nutricional en el Aula de 0-6 años [UAL1]</i>                   |                  |          | 12            |
|                   | 1º (Cuatrimestre 2)  | Formación básica | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Didáctica de las Ciencias Experimentales [UAL2]</i>                       |                  |          |               |
|                   | 2º (Cuatrimestre 2)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
| Extremadura (UEX) | <i>Educación para la Salud [UEX1]</i>  |                  |          | 12            |
|                   | 3º (Semestre 1)  | Formación básica | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil [UEX2]</i>           |                  |          |               |
|                   | 3º (Semestre 2)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
| Málaga (UMA)      | <i>Salud, Higiene y Alimentación Infantil [UMA1]</i>                         |                  |          | 14            |
|                   | 2º (Semestre 2)  | Formación básica | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza [UMA2]</i>                     |                  |          |               |
|                   | 3º (Semestre 2)  | Obligatoria      | 8 ECTS   |               |
| Murcia (UMU)      | <i>Enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza I [UM1]</i>      |                  |          | 12            |
|                   | 3º (Cuatrimestre 2)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza II [UM2]</i>     |                  |          |               |
|                   | 4º (Cuatrimestre 1)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
| Santiago (USC)    | <i>Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza [USC1]</i>                   |                  |          | 6             |
|                   | 4º (Semestre 1)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
| Valencia (UV)     | <i>Ciencias Naturales para Maestros [UV1]</i>                                |                  |          | 15            |
|                   | 2º (Anual)   | Obligatoria      | 9 ECTS   |               |
|                   | <i>Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil [UV2]</i>    |                  |          |               |
|                   | 4º (Cuatrimestre 1)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
| Valladolid (UVA)  | <i>Infancia, salud y alimentación [UVA1]</i>                                 |                  |          | 15            |
|                   | 1º (Semestre 1)  | Formación básica | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Las ciencias de la naturaleza en el currículum de ed. infantil [UVA2]</i> |                  |          |               |
|                   | 3º (Cuatrimestre 2)  | Obligatoria      | 9 ECTS   |               |
| Zaragoza (UZAR)   | <i>Infancia, salud y alimentación [UZAR1]</i>                                |                  |          | 12            |
|                   | 2º (Semestre 1)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |
|                   | <i>Las ciencias de la naturaleza en la educación infantil [UZAR2]</i>        |                  |          |               |
|                   | 2º (Semestre 2)  | Obligatoria      | 6 ECTS   |               |

Figura 2. Asignaturas DCE obligatorias en los Grados en Educación Infantil

La asignación de créditos "obligatorios" es heterogénea. Oscila entre 6 en USC y 15 en UV y UVA. En dos asignaturas (en rojo) la docencia es compartida con otras áreas: con Didáctica de la Expresión Corporal y Teoría e Historia de la Educación (UNEX1), y con Psicología (UVA1).

Aunque solo analizamos las obligatorias, se ofrecen optativas de DCE: en UV, dos de 6 ECTS (3º y 4º curso); en UVA, una de 6 ECTS (4º); y en USC, una de 4,5 ECTS (4º).

### 4.2 Competencias a desarrollar

La distribución de competencias en las GD de DCE –básicas, generales y transversales– varía con la universidad. Sólo dos –UMU y USC– las recogen todas. No cabe duda que, de cara a la DCE, los contextos son diferentes, aunque faculden para obtener el mismo título o similares competencias.

La adquisición de las competencias específicas de las GD de DCE se recoge en la Figura 3.

| Universidad | Asig. | ACN1 | ACN2 | ACN3 | ACN4 | ACN5 | ACN6 | ISA1 | ISA2 |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Almería     | UAL1  |      |      |      |      |      |      | x    |      |
|             | UAL2  | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
| Extremadura | UEX1  |      |      |      |      |      |      | x    | x    |
|             | UEX2  | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |      |
| Málaga      | UMA1  |      |      |      |      |      |      | x    | x    |
|             | UMA2  |      | x    |      | x    | x    |      |      |      |
| Murcia      | UMU1  | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
|             | UMU2  | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
| Santiago    | USC1  | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
| Valencia    | UV1   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|             | UV2   | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
| Valladolid  | UVA1  |      |      |      |      |      |      |      | x    |
|             | UVA2  | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |
| Zaragoza    | UZAR1 |      |      |      |      |      |      | x    | x    |
|             | UZAR2 | x    | x    |      | x    | x    | x    |      |      |

Figura 3. Distribución de las competencias en las asignaturas de DCE

Las asignaturas UAL1, UEX1, UMA1, UVA1 y UZAR1 inciden en competencias de Infancia, salud, higiene y alimentación. Sorprende que en otras universidades –UMU, USC y UV– el área de DCE no intervengan en esta materia. ¿No tenemos nada que aportar a estas competencias?

En UV se comparte una asignatura con el Grado en Educación Primaria para afianzar el conocimiento científico del alumnado. ¿Tienen las mismas necesidades en ambas etapas?

Por último, hay competencias del módulo didáctico-disciplinar que no se contemplan en las GD:

- ACN1 en UMA y ACN3 en UMA y UZAR. Creemos que son erratas, ya que hay contenidos en las GD que parecen abordarlas;
- ACN6 en UEX y UMA. Las TIC no son exclusivas de las Ciencias Sociales o Matemáticas.

Más allá de omisiones y contradicciones, ¿ha cambiado “algo” de lo que hacíamos “sin competencias”? ¿hemos asumido que los referentes actuales son las competencias profesionales y no los contenidos científicos?

### 4.3 Contenidos formativos

Las carencias en el conocimiento científico de los estudiantes al acceder a la titulación siguen condicionando los contenidos seleccionados. Por ello, los diferenciamos.

#### 4.3.1. Respecto al contenido científico

Aunque hemos identificado los contenidos de carácter científico explícitos en cada GD, la extensión del estudio nos impide incluirlo en este trabajo. En la Figura 4 identificamos los bloques a los que pertenecen dichos contenidos en las asignaturas de cada universidad (As1 y As2); el significado de “Xi” aparece en la propia imagen.

| Contenidos científicos               | UAL            |                | UEX            |                | UMA            |                | UMU            |                | USC            |                | UV      |                | UVA     |                | UZAR    |      | Frec. (%) |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|------|-----------|
|                                      | As 1           | As 2           | As 1    | As 2           | As 1    | As 2           | As 1    | As 2 |           |
| El cuerpo humano y la salud          | X <sub>2</sub> |                | X <sub>3</sub> |                | X <sub>3</sub> |                | X <sub>0</sub> | X <sub>0</sub> |                | X <sub>2</sub> |         | X <sub>4</sub> |         | X <sub>3</sub> |         |      | 8 (53%)   |
| La materia y sus transformaciones    |                | X <sub>0</sub> |                | X <sub>0</sub> |                |                | X <sub>0</sub> |                | X <sub>2</sub> |                |         | X <sub>2</sub> |         | X <sub>1</sub> |         |      | 6 (40%)   |
| Los seres vivos                      |                |                |                | X <sub>0</sub> |                |                | X <sub>0</sub> |                | X <sub>2</sub> |                |         | X <sub>1</sub> |         | X <sub>0</sub> |         |      | 5 (33%)   |
| Educación ambiental y sostenibilidad |                | X <sub>0</sub> |                |                |                | X <sub>0</sub> | X <sub>0</sub> |                | X <sub>0</sub> |                |         |                |         |                |         |      | 4 (27%)   |
| El Universo y la Tierra              |                |                |                |                |                |                |                |                | X <sub>2</sub> |                |         | X <sub>1</sub> |         | X <sub>0</sub> |         |      | 3 (20%)   |
| La energía y su transferencia        |                |                |                | X <sub>1</sub> |                |                |                |                | X <sub>2</sub> |                |         | X <sub>1</sub> |         |                |         |      | 3 (20%)   |
| Otros (Psicología)                   |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |         | X <sub>1</sub> |         |                |         |      | 1 (7%)    |
| Nº DE BLOQUES DE CC                  | 3 (38%)        |                | 4 (50%)        |                | 2 (25%)        |                | 4 (50%)        |                | 0 (0%)         |                | 6 (88%) |                | 6 (88%) |                | 4 (50%) |      |           |

X<sub>0</sub> (bloque sin desglosar contenidos), X<sub>1</sub> (bloque con menos de 5 contenidos), X<sub>2</sub> (bloque con 5 a 9 contenidos), X<sub>3</sub> (bloque con 10 a 15 contenidos) y X<sub>4</sub> (bloque desglosado en más de 15 contenidos).

Figura 4. Contenidos científicos recogidos en las asignaturas de DCE

USC1 y UV2 no abordan tópicos de carácter científico, sólo didácticos. La UVA1 es la única que abarca "Otros (Psicología)", por compartir docencia con Psicología.

Globalmente, los contenidos científicos más trabajados pertenecen al bloque: "El cuerpo humano y la salud"; se recogen en más de la mitad de las GD.

Se detecta que un 45% de las asignaturas no desglosa los contenidos (etiquetadas con X0), lo que da cierta flexibilidad –¿o ambigüedad? –al profesorado que deba impartirlas.

Por último, queremos señalar algo que no recoge la Tabla 4: más del 90% de los contenidos son conceptuales; apenas se mencionan procedimientos y algo más del 5% son actitudes sobre hábitos (saludables, de higiene...).

### 4.3.2. Respecto a los contenidos didácticos

En la Figura 5 recogemos la distribución según las categorías de García (2016).

| Contenidos didácticos                                 | UAL     |      | UEX     |      | UMA      |      | UMU      |      | USC      |      | UV      |      | UVA     |      | UZAR    |      | Frec. (%) |
|---|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|----------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-----------|
|   | As 1    | As 2 | As 1    | As 2 | As 1     | As 2 | As 1     | As 2 | As 1     | As 2 | As 1    | As 2 | As 1    | As 2 | As 1    | As 2 |           |
| Naturaleza de Ciencia, método científico              |         | x    |         |      |          | x    | x        |      | x        |      |         |      | x       |      | x       |      | 6 (40%)   |
| Currículum  |         | x    | x       |      |          |      | x        | x    | x        |      | x       |      | x       |      | x       |      | 8 (53%)   |
| Características pensamiento infantil, construcción CC |         |      |         |      |          | x    | x        |      | x        |      |         |      |         |      | x       |      | 4 (27%)   |
| Concepciones iniciales, ideas previas                 |         |      |         |      |          | x    |          | x    | x        |      |         |      |         |      | x       |      | 4 (27%)   |
| Selección contenidos, objetivos...                    |         | x    |         |      |          | x    | x        |      | x        |      |         |      | x       |      |         |      | 5 (33%)   |
| Desarrollo valores                                    |         | x    |         | x    |          | x    |          | x    |          | x    |         |      |         |      |         |      | 5 (33%)   |
| Actividades, recursos, tareas...                      |         | x    |         | x    |          | x    | x        | x    | x        |      | x       |      | x       | x    | x       |      | 10 (67%)  |
| Diseño actividades y/o propuestas                     | x       | x    |         | x    |          | x    | x        | x    | x        | x    | x       |      | x       | x    | x       |      | 12 (80%)  |
| Modelos y estrategias enseñanza                       |         | x    |         |      |          | x    | x        |      | x        |      | x       |      | x       |      |         |      | 6 (40%)   |
| Evaluación, estrategias...                            |         |      |         |      |          | x    | x        |      | x        |      | x       |      |         |      | x       |      | 5 (33%)   |
| Otros   |         | x    |         |      |          | x    |          |      | x        | x    | x       |      | x       |      | x       |      | 7 (47%)   |
| Nº DE CATEGORÍAS DE CD                                | 8 (73%) |      | 4 (36%) |      | 10 (91%) |      | 10 (91%) |      | 10 (91%) |      | 7 (64%) |      | 7 (64%) |      | 8 (73%) |      |           |

Figura 5. Contenidos didácticos recogidos en las asignaturas de DCE

Hay contenidos didácticos en las GD que coinciden con los recomendados en la investigación (García, 2016): "Diseño de actividades y/o propuestas de enseñanza", "Actividades, recursos y tareas" y "Currículum"; se recogen en más de la mitad de las GD.

Pero hay poca presencia de temáticas tan importantes como: "Aprendizaje de las ciencias", "Qué ciencias enseñar" y "Evaluación". Además, dos asignaturas (UMA1 y UVA1) no mencionan ningún contenido didáctico y otras uno, "Currículum" (UEX1) y "Diseño de actividades y/o propuestas de enseñanza" (UAL1).

Globalmente predominan los contenidos científicos.

#### 4.3.3. Otros contenidos

Hay contenidos difíciles de categorizar: "Enfoque CTSA" (UAL2, USC1, UV2, UVA2); "Exploración del medio natural" (UMA2); y "El papel del maestro" (UV1).

#### 4.4 Metodología y actividades formativas

Ninguna universidad relaciona actividades y contenidos, como se sugiere institucionalmente (MEC, 2007a); la Figura 6 recoge el porcentaje de presencialidad.

| Universidad | Asignatura (ECTS) | Horas presenciales | Horas totales | % presencialidad |
|-------------|-------------------|--------------------|---------------|------------------|
| Almería     | UAL1              | -                  | 150           | -                |
|             | UAL2              | -                  | 150           | -                |
| Extremadura | UEX1              | 60                 | 150           | 40%              |
|             | UEX2              | 60                 | 150           | 40%              |
| Málaga      | UMA1              | 45                 | 150           | 30%              |
|             | UMA2              | 60                 | 200           | 30%              |
| Murcia      | UMU1              | 54                 | 150           | 36%              |
|             | UMU2              | 54                 | 150           | 36%              |
| Santiago    | USC1              | 51                 | 150           | 30%              |
| Valencia    | UV1               | 90                 | 225           | 40%              |
|             | UV2               | 60                 | 150           | 40%              |
| Valladolid  | UVA1              | 50                 | 155           | 32%              |
|             | UVA2              | 99                 | 234           | 42%              |
| Zaragoza    | UZAR1             | -                  | 150           | -                |
|             | UZAR2             | -                  | 150           | -                |

Figura 6. Contenido en horas de las actividades formativas

Hay universidades que no indican la presencialidad (UAL y UZAR). En el resto oscila entre un 30% en UMA y USC, y un 40% de UEX, UV y UVA2.

La concreción de las actividades, su frecuencia y su distribución por asignatura aparecen en la Figura 7.

| Contenidos didácticos                       | UAL  |      | UEX  |      | UMA  |      | UMU  |      | USC  |      | UV   |      | UVA  |      | UZAR |      | Frec. (%) |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
|   | As 1 | As 2 |           |
| Exposiciones teóricas o magistrales         | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    | 14 (93%)  |
| Estudio personal y trabajo autónomo         | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      | 13 (87%)  |
| Prácticas en aula convencional o seminarios |      |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | 12 (80%)  |
| Prácticas de laboratorio o talleres         |      | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |      |      | x    | 11 (73%)  |
| Examen/prueba escrita                       |      |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      |      | x    | x    |      |      | 9 (60%)   |
| Lecturas y búsquedas bibliográficas         | x    | x    | x    | x    |      |      |      |      | x    | x    | x    |      |      |      | x    | x    | 9 (60%)   |
| Tutorías                                    |      |      |      |      |      |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | 9 (60%)   |
| Debates                                     | x    | x    | x    | x    | x    | x    |      |      | x    |      |      |      |      |      |      | x    | 8 (53%)   |
| Análisis documentos y cuestionarios         | x    | x    | x    | x    |      |      |      |      |      |      | x    | x    |      |      | x    |      | 7 (47%)   |
| Elaboración de trabajos, informes o ensayos |      | x    |      | x    |      |      |      |      | x    |      |      |      |      |      | x    | x    | 6 (40%)   |
| Estudios de casos                           |      |      |      | x    | x    |      |      |      | x    |      |      |      | x    | x    |      |      | 5 (33%)   |
| Exposiciones orales                         |      |      | x    |      | x    | x    |      |      | x    |      |      |      |      |      |      | x    | 5 (33%)   |
| Resolución problemas                        |      | x    |      | x    |      | x    |      |      | x    |      |      |      | x    |      |      |      | 5 (33%)   |
| Visionado de AV y uso de TIC                | x    | x    | x    | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | x    |      | 5 (33%)   |
| Visitas guiadas o salidas de campo          |      |      | x    | x    |      | x    |      |      |      |      | x    |      |      | x    |      |      | 5 (33%)   |
| Desarrollo y evaluación de proyectos        |      | x    |      |      | x    |      |      |      |      |      |      |      |      | x    |      |      | 3 (20%)   |
| Actividades y propuestas indagación         |      | x    |      |      |      |      |      |      |      |      | x    |      |      |      |      |      | 2 (13%)   |
| Diseño de programaciones y actividades      |      | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1 (7%)    |
| Nº DE ACTIVIDADES                           | 6    | 12   | 11   | 13   | 8    | 9    | 6    | 6    | 11   | 9    | 8    | 7    | 10   | 7    | 9    |      |           |

Figura 7. Distribución de las actividades formativas en asignaturas de DCE

Además, hay alusiones genéricas (en UAL, UV y UVA): metodología activa y participativa, aprendizaje cooperativo, espíritu crítico, posturas éticas o iniciación a la investigación, que pueden estar implícitas en las anteriores.

Las más mencionadas en las GD son "Exposiciones teóricas o magistrales", "Estudio personal y trabajo autónomo", "Seminarios" y "Prácticas de laboratorio", en más del 75% de las asignaturas. Hay otras esperables: "Examen/prueba escrita", "Tutorías", "Lectura y búsqueda bibliográficas"... Sin embargo, hay algunas con una presencia tan escasa como preocupante: "Análisis de respuestas del alumnado", "Estudios de caso", "Diseño de actividades"...

Quizás haya omisiones: no hay clases teórico-prácticas (UZAR1), ni trabajo autónomo (UZAR), ni examen (UAL, UV y UZAR), ni tutorías (UAL, UEX y UMA), ni seminarios (UAL y USC).

Sólo dos universidades (UMU y UZAR) recogen prácticas concretas. En UMU deben diseñar recursos, investigar sobre ideas y hábitos del alumnado infantil, diseñar secuencias de enseñanza, experimentar con plantas y animales, inventar cuentos infantiles y realizar actividades del entorno. En UZAR deben realizar informes sobre salud, leer artículos, construir modelos para infantil, y diseñar experiencias.

#### 4.5 Sistema de evaluación y de calificaciones

La Figura 8 recoge los elementos y el peso en la calificación. Si no se contempla, se indica "No".

| Universidad | Asignatura | Examen  | Prácticas y actividades | Participación y asistencia | Exposición de trabajos |
|-------------|------------|---------|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| Almería     | UAL1       | 50%     | 40%                     | 10%                        | No                     |
|             | UAL2       | No      |                         |                            |                        |
| Extremadura | UEX1       | 70%     | 30%                     |                            | No                     |
|             | UEX2       | 70%     | 30%                     |                            | No                     |
| Málaga      | UMA1       | 40%     | 30%                     | 20%                        | 10%                    |
|             | UMA2       | 30%     | 45%                     | 10%                        | 15%                    |
| Murcia      | UM1        | 55%     | 40%                     | 5%                         | No                     |
|             | UM2        | 55%     | 40%                     | 5%                         | No                     |
| Santiago    | USC1       | 50%     | 40%                     | 10%                        | No                     |
| Valencia    | UV1        | 50%-70% | 30%-50%                 |                            | No                     |
|             | UV2        | No      |                         |                            |                        |
| Valladolid  | UVA1       | 50%     | 40%                     | 10%                        | No                     |
|             | UVA2       | 80%     | 20%                     | No                         | No                     |
| Zaragoza    | UZAR1      | 70%     | 30%                     | No                         | No                     |
|             | UZAR2      | 60%     | 40%                     | No                         | No                     |

Figura 8. Distribución porcentual de las pruebas de evaluación en las asignaturas de DCE

Hay dos asignaturas (UAL2 y UV2) que no lo indica en la GD. La participación no es valorada en UZAR y en UVA2. Sólo exponen trabajos (competencia en comunicación oral) en UMA.

Para superar las asignaturas las GD recogen diferentes opciones: aprobar (obtener más de 5) cada parte (UAL2, UMA1, UMA2, UMU1, UMU2, UZAR1, UZAR2); obtener una media igual o superior a 5 si aprueban el examen (UAL1, UEX1, UEX2, UVA1, UVA2), obtener una media igual o superior a 5, obteniendo 4 o más en cada parte (UV1), obtener una media superior a 5, obteniendo un 4 o más en examen (USC1). En UV2 no se indica.

El peso del Examen en la calificación oscila entre el 30% en UMA2 y el 80% en UVA2; pensamos que los que superen el 50% difícilmente evalúan la adquisición de competencias. Además, hemos encontrado que, en asignaturas de la misma universidad, no se realiza un examen "similar"; según el grupo, utilizan distintas pruebas (test, desarrollo o mixto), estructuras (una o dos partes), contenidos evaluados (científico y didáctico), duración (de una a tres horas)... ¿esto refleja que, incluso en la misma universidad, las prioridades formativas dependen del formador?

## 5. Conclusiones

Assumendo las limitaciones de nuestro estudio, son muchas las reflexiones que suscita nuestro trabajo. Tratando de resumirlas, podemos decir:

A pesar de las directrices institucionales, no hay una homogeneidad en la distribución de materias de DCE que se ha realizado en los Planes de Estudios del Grado de Educación Infantil.

Aunque las GD son sólo una aproximación a lo que realmente se hace, la formación basada en la adquisición de competencias no ha introducido cambios llamativos en lo que recogen las GD de DCE (y nos da la impresión que tampoco en lo que se hace en las asignaturas). No hay consenso en el significado atribuido a los diferentes tipos de competencias.

Hay un predominio de los contenidos científicos (presumiblemente para paliar las carencias en la formación inicial de las futuras maestras), más biológicos que físico-químicos, y más conceptuales que procedimentales o actitudinales.

En cuanto a las actividades formativas, hay una mayor homogeneidad, pero parece que las metodologías explicitadas no facilitan un cambio didáctico (¿por la masificación de muchas aulas?).

Los criterios de evaluación son variados (incluso, dentro de la misma universidad). En cuanto a los instrumentos, el examen ocupa un lugar central, aunque cobran protagonismo los trabajos realizados en el aula o fuera de ellas.

En base a la situación planteada, pensamos que la formación de las futuras-maestras para enseñar Ciencias precisa de una revisión profunda no sólo de los programas oficiales sino de la formación de los formadores que deben gestionarla.

## Referencias bibliográficas

ANECA (2015). *Guía de Apoyo para la elaboración de la Memoria de Verificación de los Títulos Oficiales Universitarios*. Madrid: Unidad Evaluación Enseñanzas e Instituciones. Recuperado de [http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica\\_gm\\_guia\\_V05.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica_gm_guia_V05.pdf)

Arias, A., Álvarez, M. & 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).

Cantó, J., 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), 25-50. doi: 10.5565/rev/ensciencias.1870

Cantó, J. & Solbes, J. (2014). ¿Qué les interesa a los futuros maestros de infantil de la Ciencia? *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 852-857). Huelva: Ser. Pub. Univ.

CNIeIE (2019). *La formación inicial del profesorado en España*. Madrid: MEC.

García, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. En R. Jiménez (eds.): *Ciencias para el Mundo Contemporáneo y Formación del Profesorado en DCE* (pp. 246-255). Almería: Editorial Universitaria.

García, S. (2016). Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35 (1), 31-44. Recuperado de <https://mascvux.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2825>

Greenfield, D., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M. & Fuccilo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education and Development*, 20, 238–264. doi: 10.1080/10409280802595441

MEC (2007a). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE 30 de octubre de 2007, 44037-44048. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>

MEC (2007b). Orden ECI 3854/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Infantil. BOE 29 de diciembre de 2007, 53735-53738. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/12/29/pdfs/A53735-53738.pdf>

Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquired discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422–453. doi: 10.1002/tea.20345

Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes toward science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. doi: 10.1080/0950069032000032199

Ramírez, E. (2015). Estudio comparado sobre formación de maestros en perspectiva supranacional: los casos de Alemania, Francia, Italia y España. *Tendencias Pedagógicas*, 25, 35-56. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10486/663420>

Rebolledo, T. (2015). La formación inicial del profesorado de educación primaria y secundaria en Alemania, España, Finlandia, Francia y Reino Unido. Estudio comparado. *Revista Española de Educación Comparada*, 25, 129-148. doi: 10.5944/reec.25.2015.14787

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).

# Caminando entre dinosaurios: lo que saben sobre paleontología el futuro profesorado de Educación Infantil

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 100-108

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

José Cantó Doménech , Carlos de Pro Chereguini 

Rebut: 22/09/2019 Acceptat: 14/10/2019

## Resumen

El tema de los dinosaurios es un tópico que se presenta profusamente en las aulas de educación infantil. Sin embargo, en muchas ocasiones, la observación de cómo se desarrolla dicha temática, nos muestra que se introducen errores conceptuales sobre paleontología. Estos errores también están presentes en mucha de la literatura infantil utilizada en las aulas. Por otra parte, no existen estudios sobre los conocimientos que los futuros maestros y maestras de esta etapa educativa deben tener sobre esta temática, a pesar que estos contenidos puedan estar presentes en sus planes de estudio. Por esta razón, en el presente trabajo, se presenta una investigación exploratoria sobre dichos conocimientos, de un grupo de 92 estudiantes del Grado en Maestro/a en Educación Infantil de la Universitat de València, durante los cursos académicos 2017-2018 y 2018-2019, cuando cursaron una asignatura que incluía contenidos disciplinares sobre paleontología. Los resultados obtenidos en nuestra muestra revelan que, estos conocimientos son completamente superficiales y, en nuestra opinión, insuficientes para desarrollar esta temática desde el punto de vista profesional en un aula Educación Infantil.

**Palabras claves:** formación inicial de maestros, educación infantil, paleontología.

## Abstract

The issue of dinosaurs is a topic that is profusely presented in children's education classrooms. However, on many occasions, the observation of how this theme is developed, shows us that conceptual errors are introduced on palaeontology. These errors are also present in much of the children's literature used in the classroom. On the other hand, there are no studies on the knowledge that future teachers of this educational stage should have on this subject, although these contents may be present in their curricula. For this reason, in the present work, an exploratory investigation is presented on this knowledge, of a group of 92 students of the Degree in Preschool Education of the University of Valencia, during the academic courses 2017-2018 and 2018-2019, when they took a subject that included disciplinary content on palaeontology. The results obtained in our sample reveal that, this knowledge is completely superficial and, in our opinion, insufficient to develop this theme from the professional point of view in a classroom for children's education.

**Key words:** initial teacher training, early childhood education, palaeontology.

## 1. Introducción y marco teórico

Unos de los temas clave dentro de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), es la formación de los maestros y maestras. De dicha formación depende, entre otras cosas, lo que se haga y no se haga y, sobre todo, cómo se haga en las aulas respecto a las ciencias. Por esta razón, la focalización sobre lo que debe saber un futuro maestro o maestra, está presente tanto en los informes oficiales de instituciones europeas (Rocard, 2007), como en las distintas investigaciones de la DCE referidas a diferentes niveles educativos (Cantó, Pro & Solbes, 2016; Jiménez Aleixandre, 2000; Robles, Solbes, Cantó & Lozano, 2015; Solbes, Montserrat & Furió, 2007), que nos indican que se debe realizar una reflexión sobre lo que se está haciendo en las escuelas en materia de ciencias, para combatir el abandono del estudiantado hacia las carreras científicas y el fuerte sesgo de género que existe.

Otros estudios nos muestran que, sobre el aprendizaje de las ciencias, el alumnado presenta una tendencia hacia un aumento de una visión negativa hacia su estudio (Cheung, 2009; Vázquez & Manassero, 2008). Además, se sabe que esta actitud negativa aumenta con la edad (Murphy & Beggs, 2003; Pell & Jarvis, 2011), e incluso que existe una diferencia de género en ella, siendo mayor en el caso de las chicas que en los chicos (George, 2006). La cuestión de cómo revertir esta situación es compleja, tanto por su propia naturaleza como por los distintos escenarios desde la que se puede abordar (curricular, legislativo, competencial). De todos ellos, uno es de vital importancia, sobre todo, en las primeras etapas educativas del sistema educativo: la formación inicial de los maestros y maestras.

Algunas de las recomendaciones que se ofrece en los primeros períodos de escolarización, es realizar una enseñanza de las ciencias por indagación para captar el interés para evitar las actitudes negativas hacia las ciencias, atribuidas, sobre todo, a la metodología de enseñanza (Sjøberg & Schreiner, 2005).

En nuestro país, se ha producido una reforma legislativa en materia de reforma universitaria desde el año 2007 (Ley Orgánica 4/2007) que ha supuesto un cambio con respecto a la formación inicial de maestros anterior a ella, pasando de una estructura de Diplomatura de tres años, a un Grado Universitario de 4 años que posibilita la formación superior de los maestros y maestras en el área de los másteres y del doctorado (generalmente vetados en las etapas anteriores). Pero, además, también ha supuesto una oportunidad para fortalecer la formación científica de los futuros maestros y maestras, al aumentar respecto a los antiguos planes los créditos destinados a la formación disciplinar en ciencias.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el que concierne a las características propias del alumnado en el Grado en Maestro/a en Educación Infantil. De todas las características (a pesar de su enorme heterogeneidad) queremos destacar las siguientes: presencia mayoritaria del género femenino, asunción del carácter vocacional de los estudios y que mayoritariamente proceden de estudios de humanidades en los que el último nivel de estudios formales de ciencias que han realizado corresponde a la ESO. Por eso, también es importante, partir de los intereses de los propios maestros y maestras en formación (Cantó & Solbes, 2014) y esta debe ser una de las primeras cuestiones que tenemos que tener en cuenta cuando se aborda la formación inicial de los maestros y maestras en general. En nuestro caso particular, indagaremos sobre un aspecto de la formación científica de los futuros maestros y maestras en la Universidad de Valencia (UV) (ámbito de este trabajo), así como la presencia y la importancia de las ciencias en dicho plan y, concretamente, si aparecen contenidos del ámbito de la paleontología en él y qué es lo que saben acerca de ella.

Así, tenemos que el título de Grado de Maestro/a en Educación Infantil de la UV (MEC, 2011; 2012), consta de 240 créditos ECTS, y contiene una materia denominada "Ciencias Naturales para Maestros" (CNpM), anual obligatoria de 9 créditos del segundo curso que es común para los estudiantes de Infantil y de Primaria. La guía docente de la asignatura, nos indica que su objetivo fundamental, es completar la formación básica en ciencias de los futuros maestros y maestras. Esta formación, se aborda desde distintas perspectivas atendiendo a las siguientes finalidades: que tengan una mínima fundamentación

de cultura científica; que comprendan la necesidad de la alfabetización científica de la ciudadanía; que valoren el modo de pensamiento y las características básicas de la actividad científica y tecnológica; que tomen en consideración el papel que la ciencia y de la tecnología han tenido en el progreso de la humanidad y sus repercusiones, teniendo en cuenta las interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente; y, finalmente, que contribuyan a aumentar el interés hacia la ciencia (Solbes, 2011), mejorando así su enseñanza. Los contenidos concretos de esta asignatura pueden consultarse en la Tabla 1.

Como se puede observar en la Tabla 1, son los bloques 5 (La Tierra, un planeta cambiante) y 6 (La biodiversidad), los que incorporan contenidos del ámbito de la paleontología, pero solo como aspecto accesorio puesto que forma parte de las evidencias científicas tanto sobre la historia de nuestro planeta, como de cómo se ha desarrollado la vida en él. Al tratarse primeramente el bloque 5, el instrumento de investigación se centró únicamente en este primer bloque.

*Tabla 1: Contenidos de la asignatura "Ciencias Naturales para Maestros"*

| <b>Bloque</b>                        | <b>Contenidos</b>  |
|--------------------------------------|--|
| 1. INTRODUCCIÓN A LA DISCIPLINA      | Necesidad de promover la cultura científica y tecnológica en la escuela. Características básicas de la ciencia, la tecnología y de la actividad científica y tecnológica. Mitos sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología.   |
| 2. LA TIERRA EN EL UNIVERSO          | Efectos astronómicos observables. Modelos sobre el origen y evolución del Universo: geocentrismo y heliocentrismo. Gravitación Universal. Imagen actual del Universo. Introducción al movimiento de los cuerpos y a la dinámica elemental. Conceptos de aceleración y de fuerza. Análisis dinámicos cualitativos en situaciones reales.  |
| 3. LA ENERGÍA Y SU TRANSFERENCIA     | Trabajo y potencia. Máquinas simples. Calor y temperatura. Calor específico de los materiales y equilibrio térmico. Equivalente mecánico del calor. Concepto de Energía. Energía cinética y potencial. Transformación, transferencia, conservación y degradación de la energía. Fuentes de energía. Energía eléctrica y transporte de electricidad. Ondas. Propiedades de las ondas. |
| 4. LA MATERIA Y SUS TRANSFORMACIONES | Estudio de los gases. Propiedades y modelo cinético corpuscular. Cambios de estado y propiedades de los líquidos. Estudio macroscópico de las sustancias y los cambios químicos. Mezclas y sustancias. Diferencia entre mezcla y compuesto. Reacciones químicas. Modelo atómico. Aplicaciones tecnológicas de los materiales. Materiales fósiles como materias primas.               |
| 5. LA TIERRA, UN PLANETA CAMBIANTE   | Formación del planeta. Estructura, composición y dinámica de las capas terrestres: Atmósfera, Hidrosfera y Geosfera. Historia del planeta y tectónica global: evidencias geológicas, paleontológicas y biológicas.   |
| 6. LA BIODIVERSIDAD                  | Origen e historia evolutiva de los seres vivos. La célula como unidad de vida. Tipos de células. Los seres vivos: caracterización y clasificación. Los ecosistemas: estructura, dinámica y tipos. La teoría de la evolución: evidencias genéticas, biogeográficas, paleontológicas y fisiológicas.   |
| 7. EL CUERPO HUMANO Y LA SALUD       | El cuerpo humano como organismo pluricelular. Anatomía y fisiología de las funciones de nutrición, relación y reproducción. Origen y evolución de los humanos. Diversidad humana. La salud y la promoción de la salud: acciones encaminadas a prevenir las enfermedades.   |
| 8. LA SOSTENIBILIDAD                 | Problemas y desafíos que afectan a la humanidad. Papel de la ciencia y la tecnología en las medidas a adoptar para contribuir a la sostenibilidad del planeta.   |

## 2. Aspectos metodológicos

Presentamos un estudio exploratorio-descriptivo con carácter cuantitativo con 92 estudiantes del grado del Grado en Maestro/a en Educación Infantil de la Universitat de València que cursaron la asignatura CNpM en los cursos académicos 2017-2018 y 2018-2019. Algunos datos relativos a la misma se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Características en cuanto a género de la muestra

| Curso académico | Hombres | Mujeres | TOTAL |
|-----------------|---------|---------|-------|
| Curso 2017-2018 | 3       | 37      | 40    |
| Curso 2018-2019 | 4       | 48      | 52    |
|                 | 7       | 85      | 92    |

Cabe destacar que la muestra final corresponde al número de alumnos o alumnas, de los cuales se consiguió recoger toda la información. De estos 92 estudiantes solo un 6,5% (6 estudiantes) habían realizado bachillerato de ciencias. Así, durante las primeras sesiones de aula donde se desarrollaba el bloque 5, se llevó a cabo una actividad destinada a indagar sobre sus conocimientos sobre la paleontología, mediante una reflexión individual y colectiva sobre los contenidos de la misma.

El propósito fundamental era averiguar sus conocimientos previos sobre esta disciplina y, para ello, se utilizó como instrumento metodológico un cuestionario de respuesta abierta (Tabla 3), donde los y las estudiantes debían de contestar a dos preguntas de manera individual, en la que se les indicaba que definieran la paleontología y que enumeraran distintos aspectos que estudia. No se buscaba que dieran una definición "correcta", sino recabar información sobre los diferentes elementos que, en su opinión, formaban parte de ella, para tener en cuenta, en el posterior desarrollo del tema, las ausencias de aspectos importantes. Posteriormente, se formaron pequeños grupos de 5-6 personas, para que expusieran sus respuestas y pudieran discutirlos. Finalmente se realizó una puesta en común general donde se intentó remarcar los aspectos más destacados.

Tabla 3: Enunciado del instrumento utilizado.

|   |
|---|
| Nombre y apellidos: _____   |
| Como sabes, en el bloque 5, vamos a estudiar aspectos sobre el origen de nuestro planeta. En él, se habla que existen evidencias geológicas, paleontológicas y biológicas. De las tres, vamos a reflexionar sobre la segunda: la paleontología. Por ello, te pido que respondas por escrito a las siguientes dos preguntas: |
| 1. Define con tus propias palabras qué es la paleontología.   |
| 2. Indica aspectos que crees que estudia la paleontología.  |

## 3. Resultados

A continuación, se va a mostrar los resultados obtenidos del vaciado de la información obtenida mediante el instrumento mostrado en la Tabla 2. Con respecto a la primera de las dos preguntas (*Define con tus propias palabras qué es la paleontología*), cabe destacar que se ha tomado como definición la que aparece en el folleto de la exposición "Els fòssils: una mirada a la historia de la Terra", organizada por el Ayuntamiento de Cocentaina ya que posteriormente en el desarrollo del bloque de la asignatura

CNpM, se va a utilizar dicho material (disponible en la dirección web <http://va.cocentaina.es/archivos/ver/3879>). En ella se define la paleontología como *"la ciencia que estudia los animales y vegetales que existieron en otras épocas distintas a la actual a través de los fósiles. Su ámbito de estudio se aplica a los restos de seres vivos, plantas y animales y a los restos de su actividad vital como huellas, excrementos, polen, etc. conservados en el sedimento"*.

Lógicamente, ninguno de los alumnos y alumnas, realizaron una definición literal a la anteriormente mostrada (no era el objetivo de la actividad), pero sí que era un test inicial para ver qué aspectos formaban parte de su concepción inicial y cuáles quedaban ausentes. Para ellos, se analizaron sus respuestas y se clasificaron en tres categorías: "altamente correcta", "medianamente correcta" o "incorrecta". Para realizar dicha categorización, se procedió de la siguiente manera: primeramente, el profesor responsable de la materia realizó una lectura de todas las respuestas y las discriminó en alguna de las tres modalidades anteriormente expuestas. A continuación, dichas respuestas y su valoración, fueron mostradas a otros dos docentes de la misma asignatura, para que expresaran su acuerdo o desacuerdo ante la clasificación realizada. Todos los casos de desacuerdo, fueron tratados en una reunión conjunta hasta obtener un consenso de la inclusión de una respuesta concreta en una u otra modalidad. En la Figura 1, se muestran los porcentajes de resultados obtenidos con respecto a la primera pregunta.

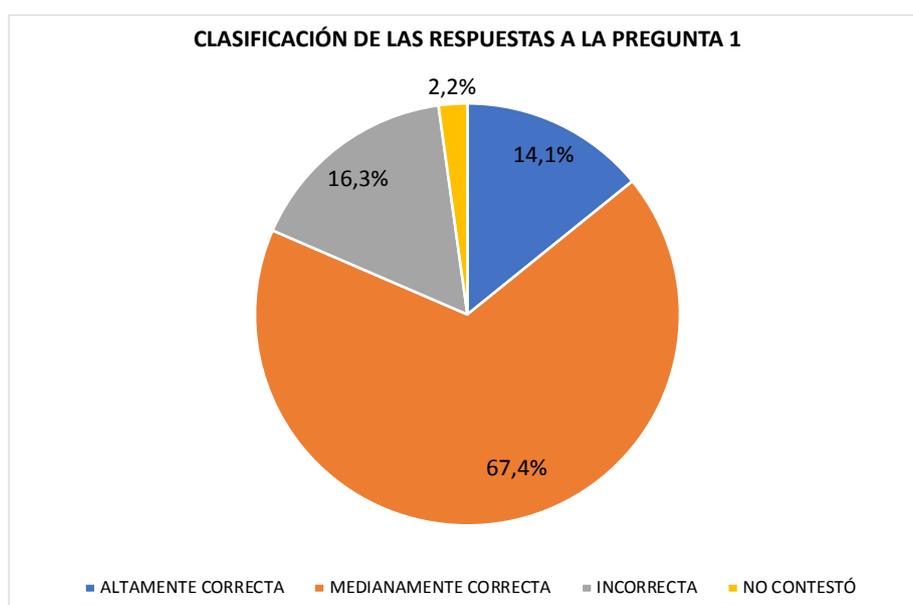


Figura 1. Porcentajes de corrección de las respuestas dadas a la pregunta 1

A la vista de la Figura 1, podemos ver que una gran mayoría (un 81,5%) realizó una definición que se acercaba mucho o medianamente a ella (en concreto 13 altamente correcta y 62 medianamente correcta). Algunos de los ejemplos son:

*"Se trata de la ciencia que estudia cómo era la vida hace millones de años. Realizan excavaciones y encuentran fósiles con los que pueden averiguar qué animales existieron, cómo vivían, qué comían..."* (Alumno 5 – Altamente correcta).

*"La paleontología es el estudio de los seres vivos que existieron en otras épocas en nuestro planeta y que actualmente ya no existen..."* (Alumna 12 – Altamente correcta).

*"Los paleontólogos pueden saber qué animales y plantas existían hace millones de años, gracias a los fósiles que descubren en yacimientos (...), también pueden encontrarse en restos de resinas los insectos como se mostraba en Jurassic Parc..."* (Alumna 46 – Altamente correcta)

*"La paleontología es como una investigación criminal, los científicos hacen excavaciones y descubren los huesos de los dinosaurios y pueden saber qué tamaño tenían..."* (Alumna 64 – Medianamente correcta).

*"Encuentran los huesos de los animales y los reconstruyen como si fuera un puzzle y se muestra en los museos..."* (Alumna 30 – Medianamente correcta).

Algunos de los aspectos comunes encontrados:

- Es un conocimiento proveniente de ámbitos no educativos, mayoritariamente del cine (muchas nombraron la saga de Jurassic Park y los Picapiedra), de museos y de zonas recreativas como Dinópolis en Teruel.
- Se centraba mayoritariamente en el aspecto animal (y, sobre todo, en los dinosaurios) y muy pocos tenían en cuenta que también se estudian el resto de seres vivos (como se verá en el bloque 6).

Mayoritariamente se nombraba como recurso investigativo las excavaciones y los fósiles, dejando otros (como huellas o excrementos) sin nombrar.

Solamente un 16,3% (15 estudiantes) realizaron una definición incorrecta, atendiendo a algunos de los tópicos que existen sobre la paleontología:

*"La paleontología estudia los dinosaurios..."* (Alumna 36 – Incorrecta)

Entre las incorrectas, cabe destacar que en algunos casos presenta graves errores conceptuales en el tema, del todo preocupantes en futuros docentes:

*"Los científicos descubren cómo eran los dinosaurios y sus luchas con los seres humanos de la antigüedad..."* (Alumna 24 – Incorrecta)

*"Podemos conocer a los dinosaurios, las distintas clases y como los hombres los cazaban..."* (Alumna 14 – Incorrecta)

En alguna ocasión, consideraban perteneciente a la paleontología otros aspectos como las pinturas rupestres, los dólmenes, la arqueología...

*"En las cuevas los hombres pintaron a los dinosaurios y podemos ver como los mataban ..."* (Alumna 56 – Incorrecta)

Por último, solo dos estudiantes fueron incapaces de dar una definición de la paleontología.

Con respecto a la segunda pregunta (*Indica aspectos que crees que estudia la paleontología*), se analizó las respuestas dadas y se realizó una cuantificación de los términos que aparecían en ellas. En la Figura 2, podemos ver los resultados obtenidos.

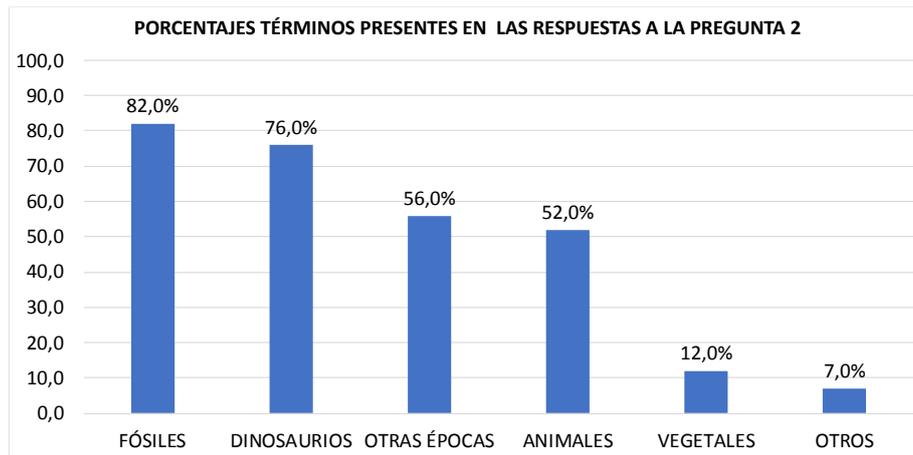


Figura 2. Porcentaje de aparición de determinados términos en las respuestas de la pregunta 2 del cuestionario

Se puede comprobar que el término que más aparece es el de "fósil" (sin entrar en la corrección o no del proceso de formación), posteriormente aparece el término de "dinosaurio" (personalizando en ellos la gran mayoría de los seres vivos). A continuación, se habla de "otras épocas" utilizando distintos términos (prehistoria, antigüedad, cuaternario...). Otro término que aparece en más de la mitad de las respuestas, es el de "animal", en cambio el de "vegetal" aparece de manera muy residual. Finalmente, en "otros" se han englobado términos que aparecen de manera excepcional como: Pangea, ámbar, amonite, trilobites, etc.

#### 4. Discusión

De los resultados mostrados en el apartado anterior, podemos extraer distintas conclusiones que afectan a la formación de maestros y maestras en el área de la paleontología.

- En primer lugar, hay que tener en cuenta que no se puede pretender que con los pocos créditos existentes en los estudios de grado de Maestro/a en Educación Infantil, destinados a la formación disciplinar y didáctica de las ciencias, se pueda dar respuesta a todas las carencias presentes en nuestro sistema educativo. La dimensión de la problemática del bajo nivel de cultura científica en nuestro país, se debe de abordar desde una perspectiva más globalizada que va más allá de los aspectos puramente educativos y formativos (que son, sin duda, imprescindibles).
- Se debería de ver como muy positivo el resultado que la gran mayoría de los alumnos y alumnas que participaron en este trabajo (un 81,5%), dieron una definición o entre altamente y medianamente correcta de lo que es la paleontología, lo cual demuestra que conocían de su existencia, seguramente gracias, no solo a sus estudios anteriores, sino a otros canales como la televisión o el cine tal y como se ha comentado anteriormente.
- También se debe destacar que este conocimiento es muy superficial ya que, cuando se intentamos buscar en las respuestas del alumnado aspectos más complejos (períodos geológicos, el proceso de formación de los fósiles, los métodos de datación de los restos paleontológicos...), o no los encontramos, o son muy minoritarios, por lo que entendemos que el desconocimiento del alumnado hacia la realidad de esta disciplina científica es muy alto. Además, como se ha mostrado en algunas de las respuestas transcritas anteriormente, están presentes incorrecciones del estilo de la coexistencia de los seres humanos con los dinosaurios, gracias también a muchas interferencias no científicas pero muy asentadas en la cultura general

(como los Picapedra) y, en otras, realizan una mezcla de distintos aspectos como el arte rupestre y la paleontología.

En definitiva, en este trabajo se ha pretendido presentar un punto de partida para conocer cuáles son sus ideas previas, cara a poder implementar futuras acciones didácticas dentro del ámbito de la paleontología en la formación inicial de maestros de educación infantil. Creemos que esta área es una de las más desatendidas del currículum a pesar, que la práctica docente en ejercicio demuestra que se trata de una temática con una alta recepción por parte de los niños y niñas. Nuestra práctica profesional cuando visitamos escuelas donde tenemos a alumnado en prácticas, así nos lo manifiesta.

A la hora de tomar en consideración estos resultados, debemos tener en cuenta que, en su futura labor docente, el/la que ahora es maestro/a de Educación Infantil en etapa de formación, se convertirá en el agente educativo más importante en cuanto a la elección de las temáticas que va a desarrollar en la práctica en esta etapa educativa (Zabalza & Zabalza, 2011). Por tanto, su desarrollo queda prácticamente en manos de la opinión profesional de los maestros y las maestras. A pesar de ello, estos resultados son un punto inicial que nos puede permitir conocer como docentes, cuáles son sus expectativas y sus concepciones de partida reales, resulta esencial realizar una profundización en estos temas tomándolos como elementos necesarios (pero no suficientes) para conseguir una eficiente formación en ciencias de los futuros maestros y maestras.

Por lo tanto, se debe avanzar tanto en un estudio diagnóstico más profundo como en la implementación y validación de secuencias didácticas preparadas para tener un conocimiento adecuado de distintos aspectos que afectan a la evolución de la vida en nuestro planeta, una de las "grandes ideas" de la educación científica propuesta por Harlen y colaboradores (2010). Tenemos a nuestra disposición muchos recursos didácticos, como los distintos museos paleontológicos repartidos por nuestra geografía.

## Referencias bibliográficas

Cantó J. & Solbes J. (2014) ¿Qué les interesa a los futuros maestros de infantil de la ciencia? Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva. Universidad de Huelva.

Cantó, J., 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), 25-50. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>

Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward chemistry lessons: the interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91.

Harlen et al. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education. Disponible en <https://www.ase.org.uk/bigideas>

Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En F. J. Perales y P. Cañal (Ed.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 165-186). Alcoy: Marfil.

MEC (2011). Resolución de 12 de diciembre de 2011, de la Universidad de Valencia, por la que se publica el plan de estudios de Graduado Maestro en Educación Infantil y Primaria (BOE, 13 de enero de 2012, pp. 2058-2060).

MEC (2012). Resolución de 19 de octubre de 2012, de la Universidad de Valencia, por la que se publica la modificación del plan de estudios de Graduado Maestro en Educación Infantil y Primaria (BOE, 28 de noviembre de 2012, pp. 82524-82526).

Murphy, C. & Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.

Pell, R. & 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. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00513322/document>

Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. & Lozano, O. (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(2), 361-376. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC\\_14\\_3\\_6\\_ex939.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_6_ex939.pdf)

Rocard, M. et al. (2007). Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe. European Communities: Belgium. En [https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).

Solbes, J., Montserrat, R. & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

Sjobert, S. & Schreiner, C. (2005). Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Session 4: How to Foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005).

Vázquez, A. & 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.

Zabalza M.A. & Zabalza M.A. (2011). La formación del profesorado de Educación Infantil. *CEE Participación Educativa*, 16, 103-113.

# Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física introductoria

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 109-122

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Jenaro Guisasola Aranzábal , Kristina Zuza Elozegi , Jaume Ametller Leal , José Gutiérrez-Berraondo 

Rebut: 27/09/2019 Acceptat: 14/10/2019

## Resumen

En este artículo presentamos una propuesta de diseño y evaluación de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) para secundaria y Universidad. Se tienen en cuenta aportaciones relevantes en el diseño de secuencias de enseñanza fundamentadas en la metodología de Investigación Basada en el Diseño y discutiremos cómo las SEAs, diseñadas según nuestra propuesta, se relacionan con la progresión de los estudiantes en el aprendizaje. Se presenta una metodología iterativa que permite evaluar y rediseñar SEAs. La estrategia de evaluación propuesta se centra en tres aspectos: a) evaluación de las actividades de la SEA; b) evaluación del aprendizaje alcanzado por los estudiantes en relación con los objetivos planteados y c) un documento que permita recopilar las dificultades identificadas al implementar la SEA que sirva de guía para los profesores. La discusión de esta guía con profesores externos proporciona comentarios que sirven para el rediseño de la SEA. El contexto de nuestra implementación y evaluación es un innovador curso de física para estudiantes de primer año de ingeniería en la Universidad del País Vasco (UPV-EHU).

**Palabras claves:** Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje, evaluación y rediseño de secuencias, Enseñanza de trabajo y energía, Física introductoria universitaria.

## Abstract

In this article we present a proposal for the design and evaluation of Sequences of Teaching-Learning (SEA) for secondary and University. Relevant contributions are taken into account in the design of teaching sequences based on the Design-Based Research methodology and we will discuss how the SEAs, designed according to our proposal, relate to the progression of students in learning. An iterative methodology is presented that allows the evaluation and redesign of SEAs. The proposed evaluation strategy focuses on three aspects: a) evaluation of the activities of the SEA; b) evaluation of the learning achieved by the students in relation to the objectives set forth and c) a document that allows compiling the difficulties identified when implementing the SEA that serves as a guide for the teachers. The discussion of this guide with external teachers provides comments that serve to redesign the SEA. The context of our implementation and evaluation is an innovative physics course for first year engineering students at the University of the Basque Country (UPV-EHU).

**Key words:** Sequences of Teaching-Learning, evaluation and redesign of sequences, Teaching

## 1. Introducción

Aunque las Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) no son el único factor que influyen en el aprendizaje de los estudiantes en el aula, juegan un papel importante en los resultados de aprendizaje. La investigación sobre la implementación de SEAs puede ser una forma eficaz de aportar conocimiento en la investigación de materiales de enseñanza (Anderson & Shattuck, 2012; Duit et al., 2012; Kortland & Klaassen, 2010; Psillos & Kariotoglou, 2016; Ruthven et al., 2009). La mejora obtenida en la investigación basada en el uso de SEA, ha demostrado en algunos casos ser significativa, incluso para profesores con poca experiencia en el uso de SEA (Leach et al., 2006; Savinainen et al., 2017). En este artículo emplearemos la siguiente definición de SEA: *“Una SEA es una actividad de investigación a la vez que un producto de intervención, un paquete de unidad curricular tradicional, que incluye actividades de enseñanza-aprendizaje contrastadas mediante la investigación, y empíricamente adaptadas al razonamiento del estudiante. A veces también se incluyen las pautas de enseñanza que cubren las reacciones esperadas de los estudiantes”* (Meheut & Psillos, 2004).

Durante los últimos treinta años se han realizado muchas contribuciones a la literatura de Enseñanza de las Ciencias sobre diversos modelos que permiten diseñar SEAs, que conectan los resultados de la teoría y la investigación con los materiales de enseñanza y las propuestas. Aunque la mayoría de estas propuestas se han situado en el marco social constructivista que ha dominado el campo de la educación científica e incluyen algunos resultados de la investigación comunes, como la conocida literatura sobre ideas alternativas de los estudiantes, presentan diferencias significativas (Meheut & Psillos, 2004). Desafortunadamente, no siempre se explicita la forma en que estas diferencias se derivan de los modelos teóricos fundamentales y, la elección de sus objetivos en relación con los resultados empíricos que se incluyen en las SEAs no siempre está justificada. Un estudio de los diferentes tipos de propuestas para el diseño de SEAs realizado por Psillos & Kariotoglou (2016) muestra que ha habido cierta convergencia en el diseño, pero que todavía hay importantes deficiencias que superar en este campo de estudio. Estos son, principalmente: (i) una conexión más explícita entre la investigación teórica y empírica y sus efectos en el diseño, (ii) un procedimiento de evaluación más robusto y (iii) una descripción más clara del proceso iterativo que se encuentra en el corazón de la metodología DBR. Como resultado de estas deficiencias, es difícil analizar las SEAs propuestas de una manera que permita a la comunidad de enseñanza de las ciencias construir sobre ellas para mejorar sistemáticamente estos diseños. En esta investigación se argumenta que para utilizar las SEAs de manera eficiente que permita aportar conocimientos teóricos y de investigación en la enseñanza de las ciencias, es fundamental desarrollar el diseño de las SEAs como un programa de investigación y, por lo tanto, definir explícitamente la metodología de su diseño y evaluación.

Como otros autores han señalado (Juuti & Lavonen, 2006; Leach et al., 2010), presentar toda la información relevante sobre el diseño y el proceso de evaluación de las SEAs requiere mucha información y espacio. Por lo tanto, nos centraremos aquí en dos aspectos.

En primer lugar, se aborda la falta de un marco común para mejorar sistemáticamente las SEAs. Para afrontar el problema se necesita adoptar una metodología de investigación que aborde tanto el proceso de diseño como la evaluación de los resultados del aprendizaje. Abordar sistemáticamente esta cuestión permitiría a la comunidad educativa situar el diseño de SEA en el marco de un proceso de investigación y desarrollo (Méheut & Psillos, 2004). Se presenta el proceso de diseño como una implementación de la metodología de Investigación Basada en el Diseño (de ahora en adelante, por sus siglas en inglés DBR) (Easterday, Rees Lewis & Gerber, 2014).

En segundo lugar, se presenta la metodología de evaluación y su conexión con el refinamiento y el rediseño de la SEA. Algunas de las propuestas de SEA en la literatura, aunque no todas, incluyen información sobre los resultados de aprendizaje obtenidos durante sus implementaciones. Si bien estos resultados pueden ser firmes defensores de su eficacia, en términos de mejorar el objetivo del

aprendizaje científico, hay cuestiones no resueltas en relación con la evaluación de la SEA, que dificultan su impacto en la mejora de la enseñanza-aprendizaje científico y en el avance de la investigación en educación científica. La mayor parte de la literatura de investigación sobre SEA se centra en la eficacia de la SEA diseñada en un contexto particular de aplicación (ver Nota 1) que, junto con la falta de marcos comunes de diseño y medios de evaluación, hace que cualquier generalización sea difícil. Además, la falta de conexión explícita entre estas evaluaciones y el proceso de diseño iterativo (Psillos & Kariotoglou, 2016) debilita aún más la generalización de los resultados. A pesar de sus deficiencias, estamos de acuerdo con otros autores en que la literatura sobre el diseño de SEA ya constituye un importante cuerpo de conocimiento sobre el que nos hemos basado para hacer la propuesta que se presenta aquí. En particular, estamos en deuda con los trabajos referenciados en (Lijnse, 2004; McDermott & Shaffer, 2002; Psillos, 2004; Sebastià & Martínez-Torregrosa, 2005; Tiberghien, Vince & Gaidioz, 2009) y también hemos construido sobre nuestro trabajo anterior (Ametller, Leach & Scott, 2007; Zuzá, Almudí, Leniz & Guisasola, 2014).

Teniendo en cuenta la investigación previa sobre el diseño y la evaluación de una SEA y el DBR, en este estudio la pregunta de investigación es:

¿En qué medida el DBR mejora el diseño, la evaluación y el refinamiento de las SEAs?

Para responder a la pregunta de investigación, presentaremos el diseño, la evaluación y el refinamiento de una SEA, utilizando la metodología DBR. La SEA aborda el Principio General de Trabajo y Energía Mecánica, implementada y evaluada en el contexto de un curso de física basado en cálculos para estudiantes de primer año de ingeniería y grado de ciencias en la Universidad del País Vasco (UPV-EHU).

## 2. La metodología DBR

Como se ha mencionado anteriormente, la falta de metodologías bien definidas y explícitas para guiar el diseño y la evaluación de las SEAs es un factor que dificulta el desarrollo de un programa de investigación en este área. Aunque se pueden encontrar varias propuestas en la bibliografía (Juuti & Lavonen, 2006) que proponen algunas maneras de conectar la teoría y la práctica dentro de una perspectiva orientada al diseño, muchas de ellas son utilizadas solo por quienes las han propuesto o, en el mejor de los casos, por un pequeño grupo de investigadores. Por el contrario, coincidimos con aquellos investigadores que abogan por el uso del DBR (Juuti & Lavonen, 2006) como una metodología para el diseño y la evaluación de las SEAs. Esta metodología está siendo utilizada por un número creciente de investigadores en educación (Bell, 2004; Design-Based Research Collective, 2003) de tal forma que la discuten y la perfeccionan. Esto se ajusta a la necesidad mencionada de un enfoque metodológico más estandarizado para la investigación de las SEAs. El DBR, como metodología, reconoce la importancia tanto de la teoría como de las intervenciones con el fin de abordar las situaciones educativas (Easterday et al., 2014); por lo tanto, se adapta bien a las necesidades que se han identificado en el punto anterior, para poder llevar a cabo una investigación de SEAs. Además, el DBR tiene muchos puntos en común con otras metodologías de diseño de SEAs sugeridas en la bibliografía, lo que hace que sea una opción que se puede considerar para un marco general común que podría ser adaptado a diferentes propuestas específicas.

En este estudio hemos seguido las tres grandes fases de la metodología DBR: a) Contexto y Diseño; b) Implementación y c) Evaluación; ya que reúne elementos comunes a muchas propuestas DBR (Design-Based Research Collective, 2003). En la fase "Contexto y Diseño" se analiza el contexto escolar al que va dirigida la enseñanza (tipo de estudiantes, currículum ...etc.). Se estudia la información que existe sobre las dificultades de aprendizaje relacionadas con el tema a desarrollar en la SEA (Gutiérrez-Berraondo et al, 2018). En esta fase se coordinan herramientas de diseño tales como, el análisis epistemológico del contenido para el nivel educativo elegido y, las "demandas de aprendizaje" que incluyen el análisis de

las diferencias ontológicas y epistémicas entre las preconcepciones de los estudiantes y el contenido científico a enseñar definido a través del análisis epistemológico (Leach & Scott, 2002). En esta fase, y a la vista de los resultados anteriores, se definen objetivos de aprendizaje y se diseña una primera propuesta de la secuencia a implementar.

En la fase "implementación" es donde aparece el producto en acción en el aula. En la fase diseñar se genera el material que informa y guía el proceso de enseñanza-aprendizaje que va a tener lugar en la fase de implementar. En otras palabras, en la fase anterior se genera el material y en esta fase se implementa.

En esta fase de "evaluación" se evalúa la propuesta diseñada para ver su eficacia en relación con los objetivos que se han establecido. Dado que el DBR aboga por un proceso iterativo, la etapa de evaluación implica llevar a cabo pruebas durante todo el proceso de diseño y rediseño. En el caso de la SEA, la evaluación y el rediseño son también aspectos importantes en la investigación de las SEAs. El diseño de las SEA debe ser empíricamente validada, a través de dos dimensiones: a) Análisis de la calidad de la secuencia; b) Análisis del aprendizaje logrado (Nieveen, 2009).

### **3. Diseño de una SEA para el tema "trabajo mecánico y energía mecánica"**

Esta sección ofrece una visión general del diseño, mostrando cómo el análisis epistemológico y cognitivo subyace en las opciones de diseño. En primer lugar, se muestra cómo las teorías generales de la educación son fundamentales para las herramientas de diseño, que se utilizan para llevar a cabo el análisis que permiten ajustar los contenidos específicos que se enseñarán a través de la SEA después de las dos primeras fases anteriormente identificadas. En nuestro caso, se ha seguido este proceso para llevar a cabo el diseño de la SEA en el contexto de un curso de física innovador para estudiantes de primer año de ingeniería de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU).

#### **3.1 Definición de los indicadores de aprendizaje**

Como ya hemos mencionado, la SEA que se presenta es para el tema de trabajo mecánico y energía para primer curso de Física General (contexto). Para el diseño de la SEA se han tenido en cuenta las dificultades de aprendizaje encontradas en la bibliografía (Tabla 2).

El marco teórico que orienta la definición de los objetivos de aprendizaje para un tema específico es una combinación de la epistemología de la Física, la perspectiva socio constructivista del aprendizaje y las teorías psicológicas de la metacognición y la influencia de las actitudes y aficiones de los estudiantes en relación con el aprendizaje. El contenido del tema se analiza epistemológicamente considerando su desarrollo histórico, las dificultades que la comunidad científica tuvo que superar y los argumentos utilizados para construir nuevos conceptos y modelos explicativos (ver Nota 2). Este análisis epistemológico permite plantear una definición fundamentada de los indicadores de aprendizaje. Es decir, permite justificar la elección de esos indicadores sobre la base de evidencias epistemológicas disciplinarias evitando definiciones basadas en las idiosincrasias de los profesores o en las opciones curriculares tradicionales. La noción de "indicador de aprendizaje" permite medir el aprendizaje con una herramienta de evaluación concreta (cuestionarios, informes, ...) que debe ir acompañada de sus protocolos de evaluación, de ahí el nombre "indicador" en lugar de "objetivo". Además, estos indicadores pueden ser utilizados por los profesores para secuenciar los pasos principales que el profesor tendrá que considerar.

La tabla 1 muestra un ejemplo de indicadores de aprendizaje definidos para una SEA de trabajo mecánico y energía diseñada en cursos introductorios de Física General de primer curso de ciencias e ingeniería (fase diseñar).

Tabla 1: Indicadores de aprendizaje para definir las relaciones entre trabajo mecánico y variación de energía para física general de primer curso de ciencias e ingeniería

| Elementos de la epistemología de la Física  | Indicadores de aprendizaje  |
|---|---|
| <p>Establecer los elementos que formarán parte del sistema. Esto hace posible definir las fuerzas externas sobre el sistema y qué tipos de energía cambian o no cambian. El planteamiento del problema conduce a la selección de estrategias para resolverlo</p> <p>Cuantificar el trabajo externo. En particular identificar el trabajo realizado por las fuerzas de fricción como una forma de transferencia de energía</p> | <p>i.1. Definir y aplicar la definición de trabajo como el producto escalar de dos magnitudes</p> <p>i.2. Definir el Sistema y entender el trabajo como una transferencia de energía, que implica una variación de la energía del sistema.</p> <p>i.3. Reconocer que el teorema de la energía cinética es un caso particular del principio generalizado de trabajo y energía.</p> |

### 3.2 Construcción de la secuencia de enseñanza

La investigación señala que los estudiantes tienen sus propias ideas y estrategias de razonamiento para explicar la naturaleza del trabajo y la energía (preconcepciones utilizadas en la teoría socio-constructivista de aprendizaje). Estas ideas son difíciles de cambiar y tienden a persistir después de la implementación de la secuencia. En el caso del aprendizaje sobre el trabajo mecánico y su relación con la variación de energía, el aprendizaje del concepto de "sistema", aplicar correctamente las matemáticas en la definición del trabajo y poder diferenciar los tipos de energía, gran cantidad de estudiantes presentan dificultades (ver nota 1; Jewett, 2008; Lindsey et al., 2009; Sherwood, 1983). Según Leach et al. (2010), es necesario tener en cuenta la diferencia entre las ideas de los estudiantes y los indicadores de aprendizaje (las demandas de aprendizaje). Dependiendo de la diferencia que haya para conseguir un aprendizaje significativo, según lo establecido por los indicadores de aprendizaje, se determinan por una parte las demandas de aprendizaje y por otra las estrategias que se usan en cada caso (ver tabla 2; otra combinación de las fases de "entender" y "definir").

Tabla 2: Demandas de aprendizaje para los indicadores de aprendizaje definidos en la Tabla II

| Dificultades de aprendizaje   | Indicadores de aprendizaje |
|---|----------------------------|
| <p>Dificultades en definir el trabajo externo en el principio generalizado de energía. Se debe principalmente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultades en el producto escalar en la definición de trabajo</li> <li>- No definir de forma explícita el sistema sobre el que se aplica la fuerza</li> </ul> | i.1; i.2                   |
| <p>Dificultades para definir los tipos de energía del Sistema. La definición de los tipos de energía depende del sistema elegido. Por ejemplo, la definición de energía potencial y trabajo externo</p>   | i.2                        |
| <p>Definir de forma errónea la energía interna del Sistema. Dificultades en distinguir el trabajo externo y el trabajo realizado por una fuerza disipativa [33]</p>   | i.2; i.3                   |

La SEA tiene como objetivo ayudar a los estudiantes en la construcción del significado de la relación entre trabajo y energía basado en el concepto de sistema. La secuencia se basa en una serie de problemas y actividades cuyo desarrollo permite a los estudiantes alcanzar los indicadores de aprendizaje establecidos. La secuencia incluye una serie de problemas y actividades que se indican en la tabla 3. En las columnas de las tablas se indican: 1) la secuencia de problemas cuya resolución está fundamentada en el conocimiento que se quiere enseñar y aprender; 2) los indicadores de aprendizaje que incluyen las habilidades a desarrollar y usar junto al conocimiento que se debe aprender de manera integral; 3) estrategias didácticas; 4) actividades y tareas.

Tabla 3: Secuencia de enseñanza-aprendizaje para el problema ¿Cómo se mide el trabajo realizado por la fuerza externa aplicada a un sistema de partículas?

| Problemas guía   | Indicadores de aprendizaje | Estrategias de ayuda al aprendizaje   | Actividades y comentarios<br>Implementación y re-diseño   |
|--|----------------------------|---|---|
| ¿Cómo se cuantifican las relaciones entre el trabajo realizado y la energía? | i.2, i.3                   | <p>a.-Familiarizar a los estudiantes con el análisis de los fenómenos que muestran las relaciones entre trabajo y la variación de energía:</p> <p>-Definir el sistema</p> <p>- Diagrama de fuerzas</p> <p>- Definir el trabajo externo e interno al sistema</p> <p>b.- Organizar información empírica y proponer hipótesis sobre la relación entre trabajo y energía</p> <p>c.- Aplicación del Principio generalizado de Trabajo y Energía en diferentes escenarios</p> | <p>Cuestionarios de trabajo para implementar las estrategias a y b:</p> <p>A.10 (W-<math>\Delta E</math> cambio con el movimiento) ;</p> <p>A.11 (W-<math>\Delta E</math> cambio elástico);</p> <p>A.12 (W-<math>\Delta E</math> energía interna);</p> <p>A.13 (definir el Sistema y relacionar con W y <math>\Delta E</math>)</p> <p>Escenarios para aplicar la estrategia c:</p> <p>A.14 (relaciones entre W y <math>\Delta E</math>; escenario de muelle);</p> <p>A.15 (Evaluar la relación entre W y <math>\Delta E</math>; escenario de muelle);</p> <p>A.16 (relaciones entre W y <math>\Delta E</math>; escenario gravedad sin rozamiento) ;</p> <p>A.17 (relaciones entre W y <math>\Delta E</math>; escenario campo gravitatorio. Muelle son fricción)</p> |

El diseño también indica que las actividades se deben realizar en pequeños grupos donde los estudiantes, a través de su interacción, construirán sus propias ideas, y luego se realizará una discusión en grupo sobre los informes realizado por todos los grupos. El profesor guiará este proceso (de acuerdo con la teoría socio-constructivista) y lo hará de forma que vaya construyendo el conocimiento científico de los estudiantes.

#### 4. Instrumentos para la recogida de datos y resultados de investigación: evaluación de la implementación y refinamiento de la SEA

Como proyecto orientado a la obtención de un producto, una de las características esenciales en los proyectos de diseño y evaluación de la SEA, es el rediseño de la secuencia de enseñanza basada en los datos empíricos que se obtienen durante la implementación de esta. El diseño de la SEA debe ser

confrontado empíricamente durante la evaluación de la propia propuesta y los resultados de aprendizaje alcanzados por los estudiantes. La metodología DBR identifica en qué momento se necesita evaluar la consecución de los objetivos que guían el diseño (fases: evaluar) y la necesidad de articular dichos resultados en el rediseño de la propuesta, lo que está abierto es la elección de las herramientas más adecuadas en cada contexto.

En relación con las dos dimensiones definidas en la fase evaluar definidas en la sección 2, se proponen herramientas estándar para evaluar la SEA. Estas herramientas pueden ser cuantitativas o cualitativas, dependiendo de lo que se pretende evaluar. En nuestra propuesta, según Nieveen (2009), para la evaluación de la primera dimensión (evaluación de la propuesta) se utilizan herramientas cualitativas como el "diario del profesor", el "análisis de los informes de trabajo de los grupos de estudiantes" y "el informe de los evaluadores externos".

Los datos obtenidos nos ayudan a detectar problemas relacionados con la claridad de las actividades que deben realizar los estudiantes y las dificultades relacionadas con el tiempo de implementación de la secuencia. Hemos elegido herramientas de investigación cualitativa en este trabajo porque nuestro estudio es de naturaleza exploratoria. Es decir, nuestro objetivo no es obtener resultados generalizables sobre la efectividad de la SEA diseñada, sino determinar si la metodología propuesta (DBR) es útil para superar algunas de las dificultades identificadas en el diseño, evaluación y rediseño de la SEA. Para ello, es importante recopilar información sobre el proceso que nos permitirá estudiar cómo la metodología seleccionada (DBR) nos ayuda a abordar estas dificultades: la incorporación de referencias teóricas en el diseño de la SEA, la evaluación de la efectividad de SEA y el uso de los resultados de la evaluación para rediseñar la SEA. Este trabajo es un ejemplo (una SEA sobre un tema del plan de estudios de introducción a la Física), que los profesores podrían considerar como un modelo a seguir.

En la segunda dimensión del análisis del aprendizaje, se emplean herramientas de investigación cuantitativas, tales como: cuestionarios de preguntas abiertas para la comprensión de los conceptos y las teorías (cuestionarios pre y post para grupos control y experimental), pruebas que incluyen problemas para el aprendizaje de leyes y la adquisición de habilidades científicas (post-test para el grupo experimental).

A partir de los datos obtenidos, se detectan aspectos problemáticos de las actividades. Una vez realizado el análisis de resultados, se definen los tipos de dificultades que presentan los estudiantes (dificultades metacognitivas, dificultades de aprendizaje relacionadas con la interpretación y comprensión de la información,...) y se procede a introducir modificaciones en las actividades y su secuenciación (ver tabla 4).

Tabla 4: Instrumentos para el Desarrollo iterativo de la SEA

| <b>Instrumentos para detectar la calidad de la SEA (Interpretación de dificultades)</b> | <b>Instrumentos para medir el aprendizaje conseguido a través de la implementación de la SEA</b> | <b>Re-diseño de la SEA</b>   |
|---|--|--|
| a.- Diario del profesor   | - Cuestionarios de comprensión de conceptos y teoría   | - Re-diseño de cuestiones en redacción, analogías, enfoques,...                        |
| b.- Cuaderno de trabajo de los estudiantes  | - Problemas basados en test para aprendizaje de leyes y adquisición de habilidades científicas   | - Re-diseño del orden de las cuestiones  |
| c.- Informes de evaluadores externos  |  | - Re-diseño de las figuras, gráficas,...   |
|   |  | - Re-diseño de los requisitos previos en la secuencia y actividades                    |
|   |  | - Modificación del formato (cuestionarios, clicks, documentos de Trabajo en grupo,...) |

La Tabla 5 muestra un ejemplo de las dificultades que hemos denominado "dificultades metacognitivas" de los estudiantes durante la implementación de la SEA. Entendemos por dificultades metacognitivas las relacionadas con la comprensión de los estudiantes respecto al objetivo de la actividad. Los estudiantes tienden a tener problemas para identificar el objetivo de las actividades que desarrollan, incluso cuando se les ha explicado este objetivo (Treagust et al. 2002).

Tabla 5: Dificultades metacognitivas de los estudiantes al implementar la SEA y su re-diseño (Reescribir y repensar el enfoque de las actividades)

| Actividad 10 (versión 1)   | Actividad 10 (versión 2)   |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
|--|--|-------------------|--|--|--------|--------|-------|--------------------|--|--|-------------------|--|--|-----------------|--|--|-------|--|--|------------|--|--|------------------------------------|--|--|
| <p>Un jugador de beisbol lanza una pelota de 0,15 Kg. A una velocidad de 30m/s. Calcular: a) el trabajo realizado sobre la pelota durante el lanzamiento; b) El cambio de energía de la pelota.</p>  | <p>Un jugador de beisbol lanza una pelota de 0,15 Kg. A una velocidad de 30m/s.</p> <p>Rellenar y explicar la siguiente tabla:</p>   |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| <p>Respuestas estándar de los estudiantes cuando establecen la relación entre trabajo y energía</p> <p>"El trabajo es iguala a la variación de la energía cinética. La energía cinética de la pelota es <math>1/2mv^2</math> 2,25 J" (fuente: cuaderno del estudiante)</p> | <table border="1" data-bbox="767 795 1318 1339"> <tr> <td colspan="3" data-bbox="767 795 1318 869">Define el sistema</td> </tr> <tr> <td data-bbox="767 869 1003 936">Tiempo</td> <td data-bbox="1003 869 1134 936">inicio</td> <td data-bbox="1134 869 1318 936">final</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="767 936 1318 1003">Fuerzas que actúan</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="767 1003 1318 1070">Trabajo realizado</td> </tr> <tr> <td data-bbox="767 1070 1003 1205">Tipo de energía</td> <td data-bbox="1003 1070 1134 1205"></td> <td data-bbox="1134 1070 1318 1205"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="767 1205 1003 1339">Valor</td> <td data-bbox="1003 1205 1134 1339"></td> <td data-bbox="1134 1205 1318 1339"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="767 1339 1003 1543">Principio:</td> <td data-bbox="1003 1339 1134 1543"></td> <td data-bbox="1134 1339 1318 1543"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="767 1543 1003 1543"><math>E_i + W_{ext} = E_f + \Delta U_i</math></td> <td data-bbox="1003 1543 1134 1543"></td> <td data-bbox="1134 1543 1318 1543"></td> </tr> </table> <p>Los estudiantes definen el Sistema "pelota", realizan una hipótesis sobre la trayectoria y la longitud del lanzamiento, así como de la fuerza aplicada.</p> <p>Establecen con argumentos la relación entre trabajo y energía (fuente: cuaderno del estudiante)</p> | Define el sistema |  |  | Tiempo | inicio | final | Fuerzas que actúan |  |  | Trabajo realizado |  |  | Tipo de energía |  |  | Valor |  |  | Principio: |  |  | $E_i + W_{ext} = E_f + \Delta U_i$ |  |  |
| Define el sistema  |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Tiempo   | inicio   | final             |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Fuerzas que actúan   |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Trabajo realizado  |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Tipo de energía  |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Valor  |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| Principio:   |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |
| $E_i + W_{ext} = E_f + \Delta U_i$   |  |                   |  |  |        |        |       |                    |  |  |                   |  |  |                 |  |  |       |  |  |            |  |  |                                    |  |  |

Las respuestas estándar de los estudiantes a la actividad A.10, recogidas de cuadernos de los estudiantes, durante la implementación de la versión 1 de la actividad, mostraron que no tenían una comprensión clara del objetivo de la actividad (ver la segunda fila de la Tabla 4). La modificación de la actividad consistió en hacer este objetivo más explícito añadiendo una tabla a la actividad, este cambio lleva a los estudiantes a centrarse en el objetivo de la actividad al responder las preguntas (ver segunda fila de la Tabla 5).

En la evaluación de la comprensión conceptual de los estudiantes, recogemos las progresiones y dificultades relacionadas con los indicadores de aprendizaje definidos en la Tabla 1 El objetivo es evaluar su aprendizaje para poder detectar los puntos débiles del diseño de la actividad o de la secuencia de actividades. Mostraremos un ejemplo relacionado con el indicador de aprendizaje i3. Este es un indicador de un problema con el cual los estudiantes de cursos introductorios de física presentan serias

dificultades de aprendizaje (Gutierrez-Berraondo et al. 2018). Por lo tanto, estamos interesados en saber si las actividades incluidas en la SEA logran mejorar el aprendizaje de este objetivo. Para hacerlo, utilizamos varias cuestiones de una prueba realizada por los estudiantes después de la implementación de la SEA. Un ejemplo se presenta a continuación (Figura 1).

**Cuestión Q5.-** Un estudiante, después de leer en un libro sobre la relación entre Trabajo y energía, llega a la siguiente conclusión: "Si sobre un Sistema se realiza un Trabajo, su energía cinética cambia". Argumenta si está o no de acuerdo con la afirmación del estudiante.

Figura 1. Cuestión Q5

La Tabla 6 muestra los resultados de la cuestión Q5 tras la implementación de la SEA que contiene, en la primera columna, la media de los resultados del pre-test para los cuatro grupos (dos experimentales y dos de control) durante los dos años de implementación de la secuencia (sin diferencias estadísticas entre los grupos). La segunda columna muestra la media de los resultados del post-test de los grupos de control para los cursos 2014-15 y 2015-16, ya que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos años. La tercera columna muestra los resultados del post-test del grupo experimental para la versión 1 y la versión 2 de la actividad en dos cursos consecutivos. Encontramos un aumento en las explicaciones correctas al usar la versión 1 (30%) en relación a la enseñanza tradicional, lo cual fue gratificante, pero estábamos buscando resultados para más de la mitad de la muestra.

Tabla 6: Resultados de la cuestión Q5 después de la implementación de la SEA.

| Categoría  | Porcentaje de respuestas |   |  |  |
|--|--------------------------|---|--|--|
|  | Pretest<br>N= 645        | Post-test<br>Control<br>2014/15 y<br>2015/16<br>N=285 | Post-test<br>Experimental<br>versión 1<br>2014/15<br>N=176 | Post-test<br>Experimental<br>version 2<br>2015/16<br>N=184 |
| A.1. Argumenta correctamente contra la validez general del Teorema | 0.0                      | 9.5   | 30.0   | 40.0   |
| A.2. Casos particulares contra la validez general del Teorema      | 28.5                     | 30.0  | 27.0   | 34.0   |
| B. Argumentos incorrectos contra la validez general del Teorema    | 5.0                      | 13.0  | 15.0   | 5.0  |
| C. De acuerdo con la validez general del Teorema                   | 45.0                     | 24.0  | 5.0  | 6.0  |
| Incoherentes   | 10.0                     | 15.0  | 14.0   | 11.0   |
| No responde  | 11.5                     | 8.5   | 9.0  | 4.0  |

Las respuestas de los estudiantes a la cuestión Q5 mostraron un aprendizaje parcial de las relaciones entre el trabajo y energía, a pesar de que algunos estudiantes dan respuestas correctas como: "No,

depende del sistema que analicemos. Si lanzamos una pelota y analizamos el sistema "pelota", la Tierra realiza un trabajo externo, pero si analizamos el sistema "pelota-Tierra", no hay trabajo externo". Una parte de los estudiantes (categoría A.2, SEA versión 1) se centró en describir casos particulares de la relación entre el trabajo y la energía, como el trabajo y la energía cinética, el trabajo y la energía potencial, etc., por ejemplo: "La energía mecánica es la suma de energía cinética y energía potencial  $E_m = E_k + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$ . La energía cinética es la energía que tiene un cuerpo porque se está moviendo. La energía potencial es la energía que tiene un cuerpo debido a su posición, porque está a cierta altura". Muy pocos estudiantes relacionaron el trabajo realizado por la fuerza de fricción con la variación de la energía interna del sistema: "Cuando la energía es conservativa, esto se cumple, pero cuando la energía no es conservativa, entonces no es igual". Además, un porcentaje significativo de estudiantes (24.0%) siguiendo el modelo de enseñanza tradicional, asignó un carácter de principio general a la relación entre trabajo y energía cinética: "Sí, el trabajo es siempre la variación de la energía cinética. En una competición, cuando el corredor cambia su velocidad, esto implica trabajo y este trabajo suele ser la variación de la energía cinética". Esta confusión disminuyó bruscamente con la versión 1 de la SEA (5%). Sin embargo, el número de respuestas referidas a justificaciones teóricas generales basadas en el Principio General de Trabajo y Energía no aumentó significativamente (9.5%). En consecuencia, decidimos cambiar el orden de las actividades de la secuencia para que la línea principal de razonamiento llevara a considerar el Principio General desde el comienzo y analizar casos particulares más adelante. Es decir, invirtiendo el orden que se usa en el enfoque de enseñanza tradicional y en la versión 1 de la SEA.

Los resultados obtenidos después de la implementación de la versión 2 de la SEA (Tabla 6) muestran que los cambios introducidos, aumentó el número de estudiantes que utilizaban argumentos científicos en sus explicaciones sobre el Principio Generalizado de Trabajo y Energía y, por lo tanto, una mayor calidad cognitiva (40.0%). Además, teniendo en cuenta las explicaciones correctas basadas en casos particulares, casi las tres cuartas partes de los estudiantes (74.0%, versión 2 versus 57.0% en la versión 1) lograron un aprendizaje satisfactorio o casi satisfactorio del análisis cuantitativo de las relaciones entre trabajo y energía en mecánica.

Para rediseñar la SEA es necesario tener en cuenta los resultados de la evaluación, para saber si se han logrado los resultados esperados, de acuerdo con los objetivos establecidos. Además, es necesario analizar las diferentes herramientas que se han utilizado para recoger datos: el diario del profesor, los cuestionarios y los clics, y los pre-test y post-test. La triangulación de los datos recogidos con estos tres tipos de herramientas se utiliza para tomar decisiones en relación al rediseño. El diario del profesor recoge información sobre el desarrollo de las actividades a lo largo del tiempo, así como sobre cualquier incidente que pueda haber tenido lugar durante la clase. El primer tipo de información es útil como guía para hacer ajustes menores, pero no para abordar aspectos del diseño en sí. Hay situaciones en las que los estudiantes muestran una necesidad de aclarar o de plantear preguntas en relación con el desarrollo de la actividad. Los datos recogidos en los cuestionarios y clics durante los momentos de aclarar dudas son de particular interés para el rediseño. Si las respuestas de los estudiantes a las preguntas a las que se hace referencia en el diario del profesor tienen la calidad esperada y las respuestas al post-test relacionadas con el objetivo de esa actividad son correctas en un porcentaje superior al 50%, generalmente es suficiente para ajustar la actividad propuesta, cambiando el texto, el gráfico o el aspecto de la actividad. Sin embargo, si el trabajo de los estudiantes y sus resultados en el post-test sugieren que los estudiantes no han logrado los resultados esperados, las actividades relacionadas con el objetivo no cumplido se tendrán en cuenta en el rediseño de la SEA.

## 5. Discusión

La mayoría de las propuestas de diseño de SEA que encontramos en la literatura (Anderson & Shattuck, 2012; Kortland & Klaassen, 2010; Psillos & Kariotoglou, 2016), no proporcionan un enfoque basado en el diseño como un claro proceso iterativo. El ejemplo de diseño que hemos presentado en este documento se basa en gran medida en estas propuestas existentes, pero nos hemos centrado en ejemplificar el uso de una metodología de diseño particular (DBR) que sugerimos podría usarse como un marco metodológico general para diferentes modelos de SEAs que ayuda en la investigación sobre SEAs. Con respecto a la pregunta de investigación, los resultados sugieren que usar DBR como metodología para diseñar, implementar y evaluar una SEA puede ser útil para mejorar el diseño y el rediseño de la SEA. Además, este estudio proporciona a la comunidad de profesores y diseñadores una propuesta viable de metodología común para el diseño, implementación y evaluación de la SEA que puede facilitar el poder comparar diferentes materiales de SEA. Creemos que la implementación general de una evaluación sistemática de SEA proporcionaría a los diseñadores soluciones empíricamente fundamentadas para utilizar durante el diseño de futuras SEAs. Este proceso de construir sobre soluciones conocidas a problemas comunes ayudaría a determinar cuál es la SEA más eficiente para un tema dado en un contexto dado, así como a determinar mejor las dificultades aún por resolver.

Una contribución específica de nuestro estudio son las herramientas de evaluación, que cubren varios aspectos del diseño que deben evaluarse y reelaborarse durante este proceso iterativo con un enfoque de métodos mixtos. Nuestros resultados muestran ganancias de aprendizaje que están relacionadas con el rediseño de la SEA. Nuestro enfoque de evaluación nos ha permitido mostrar mejoras significativas sin tener que depender de un tratamiento estadístico. Esto no quiere decir que no defendemos la evaluación de SEA en diferentes contextos que permite aumentar la generalidad de los resultados, pero consideramos que podría llevarse a cabo una evaluación puntual en poblaciones relativamente pequeñas de estudiantes.

En resumen, en este documento hemos desarrollado una forma de utilizar DBR como metodología para el diseño de SEAs y hemos proporcionado un ejemplo trabajado siguiendo esta metodología con un enfoque particular en su evaluación y su rediseño posterior. No sugerimos que éste sea un resultado final, pero esperamos que sea una contribución fructífera para cambiar lo que ahora es un área de investigación significativa, pero dispar en un programa de investigación que pueda constituir un componente central del campo de la Educación en Ciencias.

### Nota 1

ver por ejemplo, J. Guisasola, J.M. Almudi, M. Ceberio and J.L. Zubimendi, Designing and evaluating research-based instructional sequences for introducing magnetic fields, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(4), 699-722 (2009); M. Méheut, Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618 (2004)

### Nota 2

ver por ejemplo, C. Penchina, Pseudowork-energy principle. *American Journal of Physics*, 46, 295-296 (1978); W.H. Bernard, Internal work: A misinterpretation, *A.J.Phys.* 52,253 (1984); A.J. Mamallinckrodt and H. S. Leff, All About Work, *American Journal Of Physics* 60, 356-365 (1992); Arons, A. B. Development of energy concepts in introductory physics course. *American Journal of Physics*, 67(12), 1063-1067 (1999); U. Besson, Work and energy in the presence of friction: the need for a mesoscopic analysis. *European Journal of Physics*, 22, 613-622 (2001); J. L. Domenech, G. Gil-Perez, A. Gras-Marti, J. Guisasola, J. Martinez-Torregrosa, L. Salinas, R. Trumper, P. Valdes and A. Vilches. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation, *Sci. & Educ.* 16, 43-64 (2007); D. Colonnese, P. Heron, M. Michelini, L. Santi, L., and A. Stefanel, A vertical pathway for teaching and learning the concept of energy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 21-50 (2012); M. Bächtold and M. Guedj, Teaching Energy Informed by the History and Epistemology of the Concept with Implications for Teacher Education, edited by M.R. Matthews *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (Springer, Dordrecht, 2014) pp 211-243

## Referencias bibliográficas

- Ametller, J., Leach, J. & Scott, P. (2007). Using perspectives on subject learning to inform the design of subject teaching: an example from science education. *Curriculum Journal*, 18(4), 479-492.
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Andersson, B. & Bach, F. (2005). On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. *Science Education*, 89(2), 196-218.
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational Psychologist*, 39(4), 243–253.
- Buty, C., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26(5), 579-604.
- Chevallard, Y. (1991) (2nd. Ed). *La transposition didactique (Didactical transposition)*. Grenoble, France: La Pensée Sauvage.
- Design-Based Research Collective, The (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, K., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction - A Framework for Improving Teaching and Learning Science. En Jorde, D. & Dillon, J. (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (pp. 13-38). Rotterdam, The Netherland: Sense Publishers.
- Easterday, M., Rees Lewis, D. & Gerber, E. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. En Polman, J.L., Kyza, E.A., O'Neill, D.K., Tabak, I., Penuel, W.R., Jurow, A.S., O'Connor, K., Lee, T. & D'Amico, L., *Proceedings of International Conference of Learning Sciences* (pp. 317-324). Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.
- Gutierrez-Berraondo, J., Zuza, K., Zavala, G. & Guisasola, J. (2018). University students' ideas about the relation between work and energy in Mechanics at introductory physics courses. *Revista Brasileira de Física*, 40,1.
- Hirn, C. & Viennot, L. (2000). Transformation of didactic intentions by teachers: The case of geometrical optics in grade 8 in France. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357 – 384.
- Jewett, J.W. (2008). Energy and the Confused Student I: Work. *The Physics Teacher*, 46, 38.
- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education*, 4, 54-68.
- Kortland, K. & Klaassen, K. (Eds.) (2010). *Designing theory-based teaching-learning sequences for science education*. Utrecht: CDBeta Press.
- Leach, J., Ametller, J. & Scott, P. (2010). Establishing and communicating knowledge about teaching and learning scientific content: The role of design briefs. En Kortland, K. & Klaassen, K. (Eds.), *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education* (pp. 7-36). Utrecht: CDBeta Press.

- Leach, J. & 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(1), 115-142.
- Leach, J., Scott, P., Ametller, J., Hind, A. & Lewis, J. (2006). Improving Subject Teaching: Lessons from *Research in Science Education*. Routledge.
- Lindsey, B.A., Heron, P.R.L. & Shaffer, P.S. (2009). Student ability to apply the concepts of work and energy to extended systems. *American Journal of Physics*, 77(11), 999-1009.
- Lijnse, P.L. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education*, 79(2), 189-199.
- Lijnse, P.L. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537-554.
- McDermott, L. & Shaffer, P.S. (2002). the Physics Education group at the University of Washington. *Tutorials in Introductory Physics*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Méheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Nieveen, N. (2009). Formative evaluation in educational design research. En Plomp, T. & Nieveen, N. (Eds.), *An introduction to educational design research*, (pp. 89-101). Enschede: SLO.
- Psillos, D. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555-578.
- Psillos, D. & Kariotoglou, P. (Eds.) (2016). *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in European schools*. Dordrecht, The Netherland: Springer.
- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J. & Tiberghien, A. (2009). Design tools in didactical research: instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational Researcher*, 38(5), 329-342.
- Savinainen, A., Mäkynen, A. & Nieminen, P. (2017). The Effect of Using a Visual Representation Tool in a Teaching-Learning Sequence for Teaching Newton's Third Law. *Research in Science Education*, 119-135.
- Schoenfeld, A.H. (2002). How can we examine the connections between teachers' world views and their educational practices? *Issues in education. Contributions from Educational psychology*, 8(2), 229-232.
- Sebastià, B.M. & Torregrosa, J.M. (2005). Preservice elementary teachers' conceptions of the Sun-Earth model: A proposal of a teaching-learning sequence. *Astronomy Education Review*, 4(1), 121-126.
- Sherwood, B.A. (1983). Pseudowork and real work. *American Journal Physics*, 51, 597-602.
- Tiberghien, A., Vince, J. & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.
- Trna, J. & Trnova, E. (2014). *Design-based research as an innovation approach in the construction and evaluation of IBSME. Proceedings of the Frontiers*. En Mathematics and Science Education Research Conference 1-3 May 2014, Famagusta, North Cyprus, (May), 187-191

Zuza, K., Almudí, J. M., Leniz, A. & Guisasola, J. (2014). Addressing students' difficulties with Faraday's law: A guided problem solving approach. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(1).

# Tejiendo redes desde la universidad al aula: creación de recursos didácticos para trabajar las Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 123-132

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Ester Mateo González , Belén Dieste Gracia , Daniel García Goncet 

Rebut: 30/08/2019 Acceptat: 04/10/2019

## Resumen

Con el objetivo de que nuestros estudiantes del Grado de Magisterio en Educación Infantil (EI) trabajen de manera globalizada, en conexión con la realidad del aula y siguiendo la metodología de Aprendizaje y Servicio (ApS), se ha diseñado una propuesta didáctica donde han estado involucradas 2 asignaturas obligatorias del Grado, 2 centros sociolaborales y 11 centros escolares. De manera que los futuros/as maestros/as tienen que: 1) elaborar materiales y recursos para trabajar las Ciencias en las aulas de EI junto con los alumnos de los centros sociolaborales; 2) diseñar actividades experimentales de Ciencias utilizando esos recursos y 3) implementar y evaluar sus acciones en el aula. La experiencia ha permitido a los estudiantes aprender a diseñar actividades para trabajar las Ciencias de forma global en EI, a colaborar y coordinarse con la escuela y con los centros sociolaborales y, en algunos casos, ha supuesto una transformación personal y social.

**Palabras claves:** Educación Infantil, formación de profesorado, Universidad-escuela, aprendizaje y servicio, Ciencias de la Naturaleza.

## Abstract

With the objective of enabling our students of the Teaching Degree in Early Childhood Education to work in a globalised manner, in connection with the reality of the classroom and following the Learning and Service (ApS) methodology, a pedagogical proposal has been designed involving 2 compulsory subjects, 2 socio-labour centres and 11 schools. In this way, the future teachers have to: 1) elaborate materials and resources to work the Sciences in the classrooms of Childhood Education together with the students of the socio-labour centres, 2) design experimental Science activities using these resources and 3) implement and evaluate their actions in the classroom. The experience has allowed students to learn to design activities to work in science in a global way in Childhood Education, to collaborate and coordinate with the school and with the socio-labor centers and, in some cases, it has meant a personal and social transformation.

**Key words:** Early Childhood Education, teacher training, University-school initiative, service-learning, Science.

## 1. Introducción

Uno de los principios metodológicos del currículum oficial para la etapa de EI es la globalización. Los niños y niñas de 0 a 6 años tienen una percepción global de los objetos que, si descomponen, pierden su sentido y su esencia. Aprenden estableciendo relaciones entre conceptos, por ello la idea de no compartimentación de las materias es esencial en esta etapa (Fernández Manzanal & Bravo, 2015). Desde la Universidad, en el Grado de Magisterio de EI, a pesar de que se insiste a los futuros/as maestros/as en el principio de la globalización en EI desde diferentes áreas de conocimiento, el plan de estudios del Grado que cursan está compartimentado en asignaturas independientes de diferentes departamentos. De esta manera, los futuros/as maestros/as en escasas ocasiones aprenden de manera práctica a aplicar este principio metodológico.

Por otra parte, si queremos que las investigaciones realizadas desde el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales lleguen a las aulas, la colaboración entre el profesor-investigador universitario y el docente en activo debe ser fluida y continua. Conjuntamente, es imprescindible que la formación de los futuros/as maestros/as sea lo más próxima a la realidad docente actual asegurándonos que son capaces de realizar la transferencia de lo aprendido a la práctica. Por ello, es necesario establecer colaboraciones entre ambas instituciones, universidad y escuela (Cantó, 2018).

Además, si se entiende la educación como un proceso de crecimiento tanto personal como social y la Universidad como una institución "socialmente responsable", debemos dotar a los futuros maestros de herramientas tanto sobre contenidos de Ciencia y su didáctica como de habilidades personales y valores humanos que ayuden a crear una sociedad mejor para todos (Martínez et al., 2010). Por tanto, desde la Universidad se deben organizar experiencias que combinen procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un único proyecto bien articulado que proporcionen al alumnado un beneficio personal, social y académico (Novak, Markey & Allen, 2007).

La formación inicial de maestros/as es un tema relevante que preocupa a los formadores/as de este profesorado y, en general, a toda la comunidad educativa. Por ello, en este artículo se presenta un proyecto realizado con los alumnos y alumnas del Grado de Magisterio en EI donde se trabaja desde tres pilares básicos: a) la globalización de contenidos y materias en la etapa de EI, b) la necesidad de dotar a nuestro alumnado de herramientas que faciliten la transferencia a la práctica educativa y c) la metodología ApS como una propuesta educativa donde los alumnos aprenden a aplicar los contenidos a la vez que trabajan en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo (Puig, Battle, Bosch & Palos, 2007).

En este marco, desde la asignatura "Las Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil" del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales se ha colaborado con la asignatura "Materiales y Recursos Didácticos" del área de Ciencias de la Educación en un proyecto intradisciplinar estableciendo conexiones con aulas de EI y con centros sociolaborales. Los objetivos de este proyecto son: 1) diseñar y elaborar materiales y propuestas didácticas adecuadas para trabajar las Ciencias de la Naturaleza en la etapa de EI; 2) implementar las propuestas en contextos reales (aulas de EI) estableciendo puentes entre Universidad y Escuela y 3) incrementar el compromiso del docente en la transformación de la sociedad.

Es necesario plantear proyectos donde los futuros/as maestros/as tengan que empezar a concretar cómo abordar contenidos científicos en un contexto real: qué contenidos trabajar, cómo detectar qué saben los niños/as sobre el tema, qué materiales utilizar, qué preguntas plantear, etc. El papel del maestro o maestra en EI consiste en alentar a los niños/as para que busquen soluciones a los problemas, es decir, que aprendan a aprender. Serán los encargados de aprovechar situaciones que acontezcan en el aula para proponer y plantear situaciones problemáticas para que los alumnos/as busquen, manipulen, exploren, indaguen e investiguen. De este modo, serán los propios niños/as quienes

construyan su conocimiento sobre la materia y adquiera habilidades científicas para solucionar problemas. Para conseguir este objetivo, es necesario pensar y elegir minuciosamente los materiales que se van a utilizar para trabajar cualquier tópico científico. Se debe valorar que los elementos ofrezcan la posibilidad de fácil manipulación, que impulsen la experimentación y el descubrimiento, que propicien la formación de conceptos de Ciencias así como el desarrollo de sus capacidades y destrezas. Una vez los niños han utilizado los materiales como evidencia para la comprobación de ideas, es necesario la discusión con los compañeros y con el maestro/a (Fernández Manzanal & Bravo, 2015)

## **2. Participantes y contexto de aplicación**

Durante el curso académico 2018-2019, los estudiantes de 2º curso del Grado de Magisterio en EI de la Universidad de Zaragoza que cursan ambas asignaturas obligatorias en el 2º semestre ("Las Ciencias de la Naturaleza en EI" y "Materiales y Recursos Didácticos"), trabajaron en grupos de 3-4 personas siguiendo una metodología de trabajo por proyectos intradisciplinar y ApS (Santos, Sotelinos & Lorenzo, 2016). En la realización del proyecto han participado: 65 estudiantes del Grado de Magisterio en EI (64 alumnas y 1 alumno); 11 escuelas públicas de EI y 24 maestros/as de EI; 2 centros sociolaborales y 15 alumnos/as de los centros sociolaborales y 5 profesores/as universitarios/as.

## **3. Metodología**

Los datos extraídos para valorar este proyecto provienen de los trabajos realizados por los estudiantes para superar las asignaturas "Las Ciencias de la Naturaleza en EI" y "Materiales y Recursos Didácticos" del Grado y de los resultados obtenidos al analizar las respuestas de unos cuestionarios elaborados "ad hoc" que fueron contestados por todos los participantes del proyecto.

En la secuencia de actividades diseñadas por los alumnos/as se examinan los temas de Ciencias elegidos para llevar al aula de EI, la adecuación de los materiales y recursos preparados para trabajar el tema de Ciencias y la metodología utilizada en su implementación en el aula. Para evaluar la adecuación de los materiales y recursos didácticos utilizados para trabajar un tema específico de Ciencias de la Naturaleza se han tenido en cuenta los siguientes parámetros (Fernández y Bravo, 2015): 1) que sean materiales sencillos; 2) que sean materiales cotidianos que los niños y niñas asocien a su vida diaria; 3) que sean diversificados de manera que permitan experimentar/investigar sobre todos los contenidos científicos que se van a tratar; 4) que sean manejables permitiendo la autonomía de los niños/as; 5) que sean atractivos provocando curiosidad, motivación, interés y experimentación y 6) que sean materiales sensoriales que permitan percibir, pensar y sentir a través de los 5 sentidos (de Puig, 2004).

Finalmente, con el objetivo de valorar el proyecto de manera global, se diseñaron tres tipos de cuestionarios: el primero dirigido a los alumnos/as del Grado, el segundo para los maestros/as en activo y el tercero para los coordinadores/as de los centros sociolaborales. En este trabajo se va a examinar las respuestas a una pregunta abierta común en todos los cuestionarios: ¿Qué has aprendido con este proyecto?

## **4. Descripción del proyecto**

En la tabla 1 se muestran las fases y las acciones que se desarrollaron en este proyecto y la temporalización de cada fase. Se dividió en tres fases: una primera fase de preparación y planificación

que se llevó a cabo desde el inicio del curso hasta enero; una segunda fase de realización que tuvo lugar desde febrero hasta abril y una tercera fase de evaluación que se realizó desde mayo hasta julio.

En la primera fase, se contactó con los maestros y las maestras en activo y con los coordinadores de los centros sociolaborales que quisieron participar en el proyecto y se realizaron reuniones en los diferentes centros para unificar los objetivos del proyecto (Figura 1a). Asimismo, en esta fase se construyó un cuestionario para que los/as maestros/as en activo nos indicaran qué tipo de materiales para trabajar las Ciencias de la Naturaleza les gustaría tener en sus aulas de EI.

Tabla 1: Fases, cronograma y acciones del proyecto realizado.

| Fase                            | Fechas           | Acciones  |
|---------------------------------|------------------|---|
| 1. Preparación y planificación  | Septiembre-Enero | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación del calendario del proyecto.</li> <li>- Contacto del profesorado universitario con colegios y con centros sociolaborales.</li> <li>- Elección de recursos y temas de ciencias a trabajar por parte de los maestros/as en activo.</li> <li>- Establecimiento de grupos de trabajo.</li> <li>-Asignación de un colegio y un centro sociolaboral a cada grupo de trabajo.</li> <li>-Visitas a los colegios y a los centros sociolaborales.</li> </ul> |
| 2. Realización de los proyectos | Febrero-Abril    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparación de los materiales y de las actividades a realizar por cada grupo.</li> <li>-Realización de las actividades por los futuros/as maestros/as en los centros docentes.</li> <li>-Entrega del material elaborado al colegio junto con los alumnos del centro sociolaboral.</li> <li>-Evaluación por parte de los alumnos/as del proyecto como parte de su proceso formativo como futuros/as maestros/as.</li> </ul>  |
| 3. Evaluación                   | Mayo-Julio       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluación del proyecto por parte de los maestros/as en activos, los profesores/as de los centros sociolaborales.</li> <li>-Evaluación del proyecto por parte del profesorado universitario.</li> </ul>   |

En la segunda fase, una vez que el alumnado comienza las asignaturas del 2º semestre se establecen los grupos de trabajo (3-5 personas) y a cada grupo se le asigna un maestro/a de un colegio y un grupo de alumnos/as de un centro sociolaboral. Los alumnos/as tienen la responsabilidad de contactar y reunirse con ellos para acordar qué tipo de recursos y actividades preparan con los medios de los que se dispone en el centro sociolaboral (madera, metal, etc.) y teniendo en cuenta las preferencias del maestro/a respecto a los contenidos a trabajar y el contexto del colegio (Figura 1b). Igualmente, en esta fase los futuros/as maestros/as implementan en un aula de EI la secuencia de actividades que han diseñado y entregan los materiales elaborados a los colegios junto con los alumnos y alumnas de los centros sociolaborales (Figura 2 y 3).

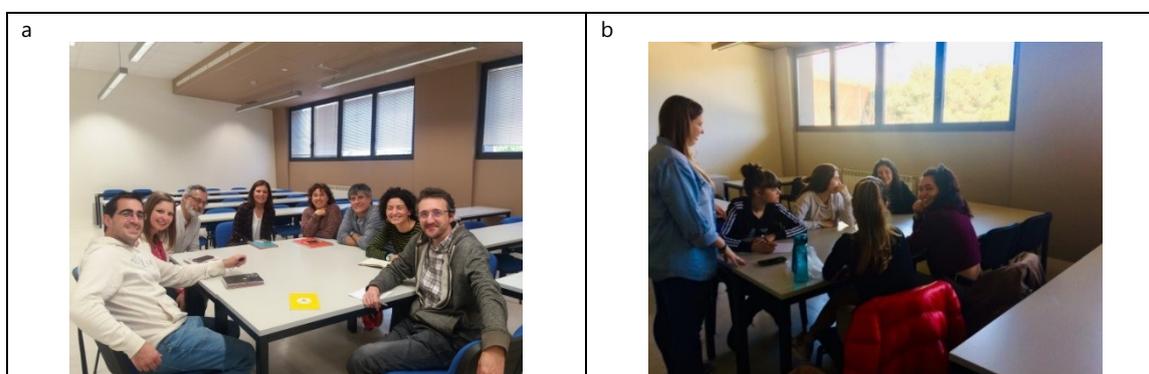
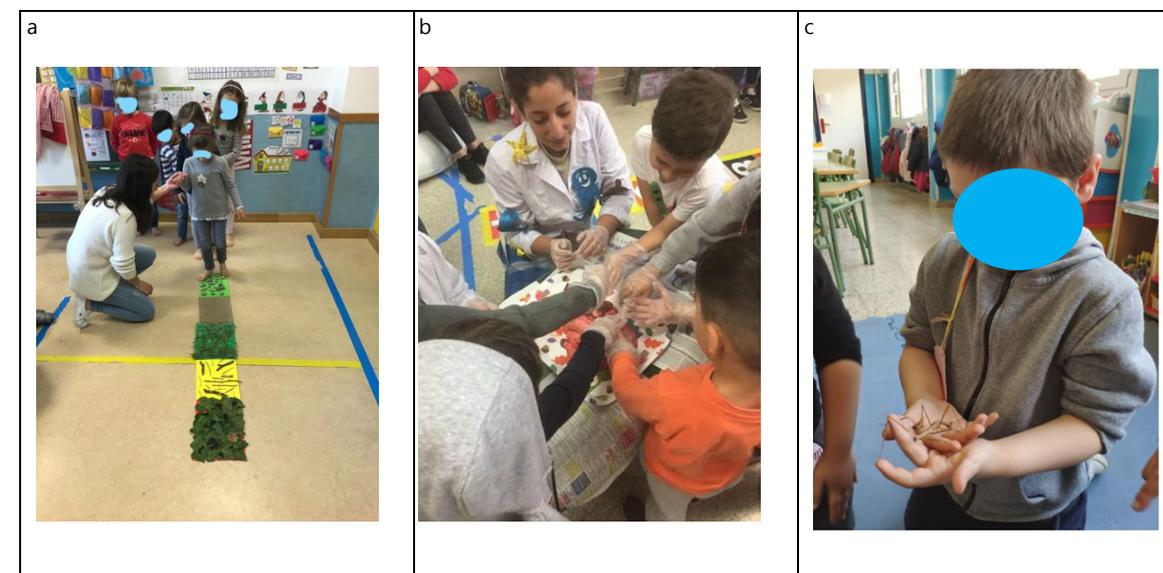


Figura 1. Imágenes de reuniones realizadas en la primera y segunda fase del proyecto a) entre las profesoras universitarias y los coordinadores de los centros sociolaborales y b) entre las alumnas del Grado y las alumnas de un centro sociolaboral.



Finalmente, en la última fase los estudiantes realizan un único trabajo para las dos asignaturas del Grado involucradas y exponen el diseño, la implementación y el análisis de la secuencia didáctica ante el profesorado universitario y ante el resto de compañeros. También, se realiza la evaluación del proyecto por parte de los maestros en activo, los profesores de los centros sociolaborales y de los profesores universitarios.

## 5. Resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos respecto a: 1) los materiales y los recursos de Ciencias de la Naturaleza que solicita el profesorado en activo; 2) las secuencias de actividades y los materiales diseñados por el alumnado del Grado para llevar a las aulas de EI y 3) la evaluación del proyecto por parte de los participantes del proyecto.

### 5.1 Materiales y recursos didácticos

En primer lugar, es necesario conocer qué materiales y recursos didácticos solicitan los maestros y las maestras en activo para trabajar las Ciencias de la Naturaleza en sus aulas de EI. Sobre el cuestionario preparado los maestros/as tenían que señalar los materiales seleccionados. En la tabla 2 se indican las preferencias de los maestros/as a la hora de elegir los materiales que les gustaría tener en sus aulas.

*Tabla 2: Preferencias de los maestros/as sobre el tipo de materiales y recursos para trabajar las Ciencias de la Naturaleza que les gustaría tener en el aula (\* el número de respuestas es mayor al número de maestros/as participantes ya que podían solicitar más de un tipo de recurso).*

| Materiales y recursos  | Nº de respuestas de maestros/as * |
|--|-----------------------------------|
| Materiales sensoriales para trabajar olores, texturas, tamaños, formas, colores, diafanidad, sabores, temperaturas, etc.             | 18                                |
| Material de juego libre: elementos naturales, de uso cotidiano o reutilizado (piñas, semillas, arena, minerales, cuerdas, telas,...) | 7                                 |
| Material para trabajar fenómenos atmosféricos: viento, lluvia, temperatura, presión, humedad, etc.                                   | 2                                 |
| Material para trabajar la música y el ritmo: instrumentos, panel de música, etc.   | 6                                 |
| Material para hacer una salida fuera del aula  | 0                                 |
| Material para trabajar cualquier tema de Ciencias: seres vivos, flotabilidad, mezclas, luz, minerales, magnetismo, ríos, etc.        | 8                                 |
| Material para trabajar las medidas: longitud, volumen, capacidad, peso, tiempo, etc.   | 2                                 |
| Materiales de desarrollo del lenguaje: cuentos, teatrillos, etc.   | 12                                |
| Materiales TIC: juegos interactivos, cuentos, videos, blog, etc.   | 5                                 |

Los materiales más demandados por el profesorado son los materiales que estimulen los sentidos. Estos resultados concuerdan con la necesidad de trabajar la educación sensorial en la etapa de EI ya que la base del aprendizaje en los primeros años de los niños/as es en gran medida perceptual: necesitan llenarse de sensaciones y conocer el mundo que les rodea a través de los sentidos: tocar, lamer, escuchar, observar y olfatear (Vega, 2012). Son el primer paso para comprender lo que ocurre a su alrededor. Dada la importancia que tiene utilizar los sentidos (percibir, sentir y pensar) durante los primeros años de escolarización, es vital por parte de los maestros y las maestras plantear experiencias donde se aproveche la necesidad que tienen los niños/as de explorar el mundo que les rodea de forma sensorial (de Puig, 2004).

Los siguientes materiales que priorizan los maestros/as son los materiales para el desarrollo del lenguaje, como pueden ser cuentos o teatrillos que traten sobre contenidos científicos y materiales para trabajar temas concretos de Ciencias, como pueden ser flotabilidad, minerales, aire, etc.

Destacar que los materiales menos demandados por los maestros y las maestras son los materiales diseñados para realizar salidas fuera del aula (Tabla 2). La falta de recursos y de formación es un freno importante para que este recurso se torne más habitual en las aulas de EI. Sin embargo, en este mundo lleno de estímulos, es vital reconocer que el alumnado no solo aprende dentro de la escuela y sus paredes, sino que su necesidad de aprendizaje va más allá. Combinar interior y exterior en el aula en la educación es una perspectiva crucial. En las salidas, los niños disfrutan en plena libertad de los espacios

naturales que les ofrece el medio; en ellos se sienten capaces, son libres de explorar el entorno, de tomar decisiones, de preguntar, de disfrutar, de valorar riesgos y superar retos (Alonso, 2018).

## **5.2 Diseño, implementación y análisis de la secuencia de actividades**

En segundo lugar, se analizan las actividades diseñadas por los futuros docentes y los materiales y recursos que han utilizado para trabajar contenidos científicos.

Se formaron 15 grupos de 3-5 personas que trabajaron con todos los niveles del segundo ciclo de EI (1º-3º de EI) y con grupos diversos en el número de alumnado (desde 3 a 21 niños/as) y en el contexto (colegios públicos en la ciudad, en pueblos y CRAs) y metodologías utilizadas (Tabla 3).

Los tópicos que eligieron para diseñar la secuencia didáctica fueron temas de Ciencias que se proponen trabajar desde el currículo oficial de EI desde las tres grandes áreas: área de conocimiento de sí mismo y autonomía personal, área de conocimiento del entorno físico y social y área de lengua: comunicación y representación (BOE, 2007). Todas las actividades diseñadas y los materiales utilizados por los futuros/as maestros/as tienen como objetivo (principal o secundario) la utilización de los sentidos para la exploración, la identificación y la expresión de sentimientos y emociones, contenidos del área de conocimiento de sí mismo y autonomía personal. Asimismo, al analizar las actividades y los materiales, otros contenidos trabajados a la vez que la educación sensorial pertenecen al área de conocimiento del entorno físico y social como son la percepción de atributos y cualidades de objetos y materias y la producción de reacciones, cambios y transformaciones en objetos y materias, anticipando efectos y observando resultados. Igualmente, en todas las actividades se trabajan contenidos del área de lengua, comunicación y representación como por ejemplo escuchar, hablar, conversar sobre lo que están haciendo y acercamiento al lenguaje escrito y gráfico ya que antes, durante y después de las actividades se incita al alumnado para que exprese lo que va descubriendo.

En un caso, un grupo diseñó una secuencia de actividades para trabajar la educación sensorial a través de elementos naturales (troncos, piñas, piedras, etc.) en un parque cercano al centro elegido. En la actualidad, la mayoría de centros de nuestro país utilizan las salidas como un recurso gracias al cual los alumnos pueden visitar espacios culturales, museos o lugares de gran patrimonio artístico. Habitualmente, este planteamiento conlleva que dichas salidas estén desvinculadas con el plan de estudios y el qué hacer diario del aula, por lo que se convierten en actividades esporádicas sin relación con los contenidos o actitudes que se desarrollan en ella (Aguilera, 2018). Sin embargo en este caso, las futuras maestras fueron las que diseñaron y llevaron a cabo las actividades teniendo en cuenta el contexto del colegio y los contenidos que habían tratado en el aula. Además, los elementos naturales y recursos utilizados se dejaron en el aula para poder seguir trabajando con ellos y al ser un sitio muy cercano al colegio los niños/as pueden volver a visitarlo y detectar similitudes y diferencias con el transcurso de las estaciones.

Un punto clave en este proyecto es la realización de un alto número de tutorías entre el alumnado del Grado y el profesorado universitario. En el desarrollo de estas asignaturas nos planteamos la tutoría como un espacio en el que mejorar la comunicación con el alumnado para obtener unos mejores resultados en su proceso de aprendizaje y así lograr un desarrollo integral del alumnado a nivel personal y profesional. Durante la segunda fase del proyecto, es obligatorio tener un mínimo de una tutoría con el profesorado de ambas asignaturas universitarias con el objetivo de que se plasme todo lo visto en las asignaturas en las actividades que diseñan los alumnos. Es necesario que las actividades sean manipulativas, que presenten dificultades reales pero asimilables, que sean simples pero estructuradas, que favorezcan que los niños y niñas manifiesten libremente su forma de pensar y actuar y que los materiales elegidos posibiliten la actuación autónoma del alumnado y sean adecuados para poder construir modelos científicos. Un aspecto a resaltar, es el número de tutorías que solicitaron los alumnos. Además de la tutoría obligatoria, la mayoría de los alumnos solicitaban más tutorías con los profesores

universitarios ya que al tenerlo que llevar a un aula real de EI debían pensar en todos los detalles de las actividades y adquirirían mayor implicación y responsabilidad al anhelar que saliera bien.

Tabla 3: Tabla resumen sobre las secuencias de actividades diseñadas por el alumnado del Grado, contextos donde se llevaron a cabo y número de tutorías realizadas por los alumnos/as con los profesores universitarios.

| Grupo | Tema         | Materiales  | Nivel educativo | Nº de niños/as | Nº de tutorías |
|-------|--------------|---|-----------------|----------------|----------------|
| 1     | Los sentidos | Cajas sensoriales   | 1º              | 17             | 5              |
| 2     | Las medidas  | Balanza, cintas de medida.  | 2º              | 21             | 4              |
| 3     | Los sentidos | Camino sensorial  | 2º              | 14             | 3              |
| 4     | Ser vivo     | Disección de un pulmón de cordero   | 2º              | 20             | 6              |
| 5     | Aire         | Bolsas, pajitas, pelotas, globos. Patio del colegio                             | 2º              | 20             | 4              |
| 6     | Los sentidos | Cajas sensoriales   | 1º              | 21             | 5              |
| 7     | Ser vivo     | Terrario de insectos palo   | 3º              | 20             | 3              |
| 8     | Magnetismo   | Imanes, objetos de diferentes composiciones,                                    | 3º              | 21             | 5              |
| 9     | Ecosistemas  | Experiencia multisensorial  | 1º-2º           | 19             | 4              |
| 10    | Los sentidos | Mesa de luz   | 2º              | 16             | 4              |
| 11    | Los sentidos | Experiencia multisensorial  | 3º              | 20             | 3              |
| 12    | Flotabilidad | Recipiente grande de agua y materiales con diferente volumen, color, masa, etc. | 1º-3º           | 8              | 1              |
| 13    | Los sentidos | Cajas sensoriales   | 1º              | 15             | 1              |
| 14    | Los sentidos | Salida a un parque cercano al colegio. Recipiente grande de agua y              | 3º              | 14             | 6              |
| 15    | Agua         | materiales con diferente volumen, color, masa, etc.                             | 1º-3º           | 3              | 3              |

### 5.3 Evaluación del proyecto

En la última fase del proyecto, el alumnado del Grado, el profesorado en activo y los/as coordinadores/as de los centros sociolaborales respondieron a unos cuestionarios para conocer su opinión sobre el proyecto.

Cuando les preguntamos a los alumnos y las alumnas del Grado que han aprendido durante las asignaturas implicadas en el proyecto, sus respuestas indican que han aprendido sobre los tres puntos clave del proyecto:

- sobre globalización: el 80% de los/as alumnos/as han aprendido a diseñar, planificar e implementar actividades de Ciencias de la Naturaleza creando materiales y recursos adecuados (*"Como organizar una actividad, que materiales son mejores y que contenidos relacionados con naturales son interesantes ver en los aulas", "He aprendido a aplicar mis conocimientos teóricos de las asignaturas en el desempeño práctico que es lo que me va a servir el día de mañana", "Al hacer este trabajo he aprendido sobre todo a estructurar y replantearme muy bien tanto los materiales como la actividad que quiero llevar en el aula, ya que hasta este momento no me había encontrado con la realidad del aula y las dificultades y variables de las que tengo que ser consciente antes de llevar a cabo cualquier actividad. Por otra parte me ha servido para introducirme en el ámbito de los niños y a darme cuenta de cómo debo hacer las preguntas o qué tipo de actividades puedo realizar con ellos para que aprendan mediante la experimentación, ya que tanto me he dado cuenta de lo difícil que es ser guía de ese aprendizaje que buscamos, pero poco a poco mi grupo y yo fuimos trabajando en ello hasta poder crear esas preguntas"*).
- sobre interacción con la escuela: el 15 % de las alumnas exponen que han aprendido a colaborar y a coordinarse con el profesorado en activo y con el alumnado de los centros sociolaborales

*("La importancia de la colaboración y coordinación entre los grupos de trabajo y también con el resto de centros que colaboran en el proyecto").*

- sobre AyS: el 5% del alumnado afirma haber sufrido una transformación social (*"Me llevo otros muchos aprendizajes que ayudan a crecer y a mejorar como alumna y como persona"*).

Los maestros y las maestras en activo al colaborar con los profesores universitarios y ofrecer sus aulas de EI a los futuros/as maestros/as para que llevarán contenidos científicos han aprendido:

- el 52 % de los maestros afirman que *"es una oportunidad para colaborar con la facultad de Educación y conocer la actuación de los estudiantes"*.
- el 48 % de los maestros afirman que participar en el proyecto les ha permitido pensar en nuevos materiales y actividades didácticas que favorecen la construcción de modelos científicos (*"A recurrir a materiales que no me hubiera planteado y que tuvieron una muy buena acogida por los alumnos"; "Nuevos recursos didácticos que han motivado a los alumnos y han favorecido la interiorización y ampliación de los conceptos trabajados"*).

El profesorado de los centros sociolaborales unánimemente ponen en valor la colaboración entre las diferentes instituciones Universidad-escuela-centro sociolaboral (*"Que los alumnos de dos ámbitos totalmente diferentes pueden trabajar conjuntamente de manera colaborativa"*).

## 6. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un proyecto intradisciplinar y mediante metodología ApS llevado a cabo en el ámbito de la formación docente de maestros/as de EI en Ciencias. Es imprescindible establecer colaboraciones entre las instituciones implicadas en la preparación profesional de los maestros y las maestras (Universidad-escuela) para que dicha formación sea lo más cercana posible a la realidad docente actual. Además, desde el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales esta colaboración es fundamental para detectar necesidades y expectativas de las escuelas y para que los hallazgos de la investigación lleguen a los profesores y a las aulas.

El desarrollo del proyecto ha permitido cumplir los objetivos docentes planteados en las dos asignaturas involucradas así como desarrollar competencias profesionales del Grado. Además, se ha fomentado la autonomía de nuestro alumnado en un ámbito real y profesional dándole responsabilidades desde el inicio de las asignaturas. A su vez, la experiencia ha permitido desarrollar habilidades sociales y cooperativas, necesarias en su futuro profesional. Por otra parte, al trabajar asimismo con centros sociolaborales se ha conseguido reforzar las funciones de servicio a la sociedad por parte del alumnado permitiendo un crecimiento tanto personal como social.

Es necesario poner de manifiesto que la gran inversión de tiempo dedicado al proyecto por parte de todos los participantes (organización y coordinación docente entre dos áreas de conocimiento trabajando de manera globalizada, visitas y reuniones con los maestros/as de EI y los centros sociolaborales, tutorías con el alumnado universitario, etc.) ha permitido que la realización del proyecto sea para nosotros una experiencia vivida y no solo aprendida. Resaltar que el conocimiento adquirido por los futuros/as maestros/as durante el proyecto realizado no hubiera sido posible sin la orientación hacia la reflexión sobre el diseño de las actividades, sobre la elección de materiales y sobre la implementación en el aula realizada en horarios de tutorías.

En nuestra opinión, acciones de este tipo en el ámbito universitario permiten cambiar la perspectiva de los futuros maestros hacia las Ciencias (Erden & Sönmez, 2011) y hacia su labor docente.

## Referencias bibliográficas

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103-17. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3103](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103)
- Alonso, L.L. (2018). El contacto con la naturaleza: ¿moda o necesidad? *Aula de Infantil*, (96), 27-32.
- BOE, Boletín Oficial del Estado (2007). Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil.
- Cantó, J. (2018). Una experiencia de aprendizaje y servicio en la formación inicial en ciencias de maestros y maestras de Educación Infantil. 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 315-319.
- De Puig, I. (2004). *Persensar. Percibir, sentir, pensar*. Barcelona: Octaedro.
- Erden, F.T. & Sönmez, S. (2011). Study of turkish preschool teachers attitudes towards science teaching. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1149-1168. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.511295>
- Fernández Manzanal, R. y Bravo, M. (2015). *Las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Infantil*. Madrid: Piramide.
- Martínez, M., Tapia, M.N., Naval, C., Campo, L., Madrid, A., Carrillo, I., Carbonell, J.; Ríos, M., Araújo, U., Arantes, V., Schlierf, K., Boni, A., Lozano, J.F., de la Cerda, M., Martín, X. & Puig, J.M. (2010). *Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades*. Barcelona: Ocataedro.
- Novak, J.M., Markey, V. & Allen, M. (2007). Evaluation cognitive outcomes of service learning in higher education: a meta-analysis. *Communication Research Reports*, 24 (2), 149-157. <https://doi.org/10.1080/08824090701304881>
- Santos, M. A., Sotelinos, A. & Lorenzo, M. (2016). El aprendizaje-servicio en la educación superior: una vía de innovación y de compromiso social. Educación y diversidad: *Revista inter-universitaria de investigación sobre discapacidad e interculturalidad*, 10(2), 17-24.
- Puig, J. M., Battle, R., Bosch, C. & Palos, J. (2007). *Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía*. Barcelona: Octaedro.
- Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6. Laboratorios de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Grao.

## Agradecimientos

Financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto EDU2016-76743-P), así como por el Gobierno de Aragón (Grupo de investigación BEAGLE, perteneciente al Instituto Universitario de Investigación de Ciencias Ambientales de Aragón, IUCA) y cofinanciado con Feder 2014-2020.

# “No va amb mi” La influència del disseny d’activitats STEM sobre el posicionament de l’alumnat en aquest àmbit

UTE. Revista de Ciències de l’Educació

Monogràfic 2019. Pag. 133-144

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Carme Grimalt-Álvaro , Digna Couso Lagarón 

Rebut: 20/09/2019 Acceptat: 03/10/2019

## Resumen

L'article que es presenta analitza les diferències en la percepció de l'impacte sobre el propi posicionament cap a l'àmbit STEM en estudiants de secundària que han participat en un festival STEM. També considera diversos elements que poden afavorir un posicionament positiu cap a l'àmbit STEM, en base a la visió dels nois i noies participants. Les dades en les que es basa l'estudi van ser obtingudes mitjançant un qüestionari que l'alumnat participant va respondre en acabar el festival (N=791). Els resultats mostren com els estudiants que s'identifiquen com a nois reconeixen un impacte més positiu del festival en la millora del seu posicionament cap a l'àmbit STEM i en comparació amb la resta d'estudiants, si bé també es destaquen altres diferències. La tria dels elements que haurien afavorit el posicionament reproduïx els estereotips associats a la construcció hegemònica de la identitat de gènere (p.ex. més noies que nois que valoren activitats ludificades i en les que es treballa en grup). No obstant, també s'observen diferències significatives dins d'un mateix gènere. Els resultats obtinguts conviden a desenvolupar una mirada crítica envers els elements que s'han utilitzat en el festival STEM per promoure el posicionament de l'alumnat participant, així com també a reconèixer la necessitat d'introduir de manera explícita una perspectiva de gènere inclusiva en qualsevol activitat educativa STEM que vulgui ser veritablement equitativa.

**Palabras claves:** STEM; Equitat; Gènere; Ensenyament secundari; Educació no formal.

## Abstract

In this article, differences in the perception of the impact on the stance on STEM of high school students who have participated in a STEM festival are analysed. As well, how different elements that can promote a positive stance on STEM, based also on the opinion of the participant boys and girls is also analysed. The data for the study was obtained from a questionnaire, which participating students answered at the end of the festival (N = 791). Students who identify themselves as boys acknowledged a more positive impact of the festival in improving their stance on STEM compared to other students, though other differences are also highlighted. The selection of the elements that would have promoted a positive stance on STEM by participant students reproduce the stereotypes associated with the hegemonic construction of gender identity (eg. more girls than boys valued gamified and group activities). However, significant differences are also observed within the same gender. These results suggest a need to develop a critical look at the elements that have been used in the STEM festival to promote the stance

on STEM of participating students, as well as to recognize the need to explicitly introduce an inclusive gender perspective in any STEM educational activity that wants to be truly equitable.

**Key words:** STEM; Equity; Gender; Secondary education; Non-formal education.

## 1. El posicionament cap a l'àmbit STEM des d'una perspectiva de gènere

Qualsevol persona que treballi l'educació STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques, per les seves sigles en anglès), ja sigui a nivell formal o informal, s'ha enfrontat al repte d'intentar implicar un/a participant que sent que "STEM no és per a ell/a". I aquest/a participant/a podria estar assegut/da al costat d'algú que mostri un veritable entusiasme, fins i tot abans que comenci l'activitat. Aquest manera diferent en què una persona pensa, sent, parla, valora i actua en l'àmbit STEM l'anomenem posicionament i fa referència a la relació personal amb els temes, agents i activitats relacionades amb l'àmbit STEM (Couso & Grimalt-Álvaro, 2019). El posicionament cap a l'àmbit STEM es defineix des de la perspectiva personal de com cada estudiant es veu en aquest camp i, per tant, inclou la seva opinió sobre quin paper juga l'àmbit STEM a la seva vida i quin paper té el propi estudiant en aquest camp (Couso, 2017). En termes psicològics i sociològics, el posicionament cap a l'àmbit STEM es basa en i és el resultat d'un conglomerat de variables de caire psicològic, com són els interessos, les aspiracions, la percepció de la pròpia capacitat (autoeficàcia), la capacitat i la identitat de cada individu en l'àmbit STEM (Couso & Grimalt-Álvaro, 2019).

Aquest constructe complex és el resultat d'experiències passades i presents atribuïdes a l'àmbit STEM, incloent tant les experiències educatives, com altres experiències que es viuen fora del context escolar. Totes aquestes experiències influeixen fortament en les expectatives futures en relació a aquest àmbit. Per tant, un posicionament negatiu cap a l'àmbit STEM no només condiciona negativament el desenvolupament de l'alfabetització científicotecnològica de l'alumnat, sinó que limita la seva participació en la societat del futur com a ciutadans, on es preveu que els reptes relacionats amb l'àmbit STEM tinguin un pes creixent (Kim, 2018).

Des de fa dècades s'observa que el posicionament dels nois i les noies cap a l'àmbit STEM és diferent des de la perspectiva d'algunes de les variables que conformen aquest constructe. Així, per exemple, s'observa que l'interès de l'alumnat cap a les disciplines STEM disminueix bruscament en el seu pas per l'educació secundària, però que aquesta disminució és especialment acusada en les noies (Barmby, Kind, & Jones, 2008), i especialment en relació als temes relacionats amb la tecnologia i la física (Tytler et al., 2008). De manera similar, també s'observen diferències en les aspiracions segons el gènere dins de l'àmbit STEM: les noies aspiren més freqüentment a professions de l'àmbit de la salut o de la biologia, i els nois aspiren més a professions de l'àmbit de les ciències de la computació, enginyeria o de les ciències, especialment de la física (Bøe & Henriksen, 2013; Sáinz et al., 2017).

En relació a la construcció d'una identitat STEM, existeix un consens a la literatura sobre la imatge esbiaixada i estereotipada de les persones que treballen a l'àmbit STEM: homes blancs, de classe mitjana, molt intel·ligents i amb poques habilitats socials (Kim, Sinatra & Seyranian, 2018). Aquesta visió estereotipada allunya a aquelles persones que no comparteixen aquestes mateixes característiques i, per tant, dificulta que les noies puguin reconèixer-se com a persones vinculades positivament a l'àmbit STEM. És a dir, persones que hi gaudeixen, que hi poden participar, que hi poden tenir èxit o que hi poden treballar en l'àmbit STEM,. Finalment, també hi ha una àmplia consistència a la literatura sobre el fet que, independentment de la seva capacitat real, les noies tendeixen a menystenir les seves pròpies capacitats en l'àmbit STEM, a diferència dels nois, que tendeixen a mostrar confiança en les seves pròpies capacitats en l'àmbit STEM (Schunk & Pajares, 2002). Totes aquestes diferències -i d'altres que es poden

trobar a la literatura- evidencien una posició desavantajosa de les noies respecte als nois, que es trasllada i es multiplica en el món professional i com més alta és la posició laboral (UNESCO, 2017): la presència de dones en el camps com l'enginyeria, la física les ciències de la computació és baixa, i encara ho és més com més alta és la posició laboral que es considera. De la mateixa manera, si bé la presència de nois en camps com les biociències i les ciències de la salut és baixa, novament la proporció entre homes i dones s'equipara i/o s'inverteix (havent molts més homes que dones) com més alta és la posició laboral (National Science Foundation, 2017).

Així doncs, per tal de promoure igualtat d'oportunitats futures per a tothom, és necessari dissenyar i promoure estratègies per afavorir el posicionament cap a l'àmbit STEM de les noies.

## **2. Oportunitat per a l'educació STEM: aflorament de contextos educatius no-formals**

En els darrers anys, i en el marc de la promoció del posicionament cap a l'àmbit STEM, han anat sorgint diverses iniciatives educatives no formals com festivals, fires, concursos... Totes aquestes iniciatives tenen un gran potencial a l'hora de promoure el posicionament cap a l'àmbit STEM de l'alumnat, ja que tenen l'oportunitat de dur a terme activitats STEM d'una manera molt més lúdica, que pot ser més engrescadora per l'alumnat. Alhora, també poden promoure la interacció directa entre l'alumnat i diversos agents de l'àmbit STEM (centres de recerca, universitats, empreses...), contribuint a que l'alumnat desenvolupi una visió més realista de l'àmbit professional STEM (influint en les aspiracions) i trencant els possibles estereotips sobre les persones que hi treballen (influint en la construcció de la identitat STEM de l'alumnat) (Roche, Cullen & Ball, 2016).

No obstant, també hi ha diverses veus que són crítiques amb aquests tipus d'iniciatives, ja que dubten de la seva efectivitat a l'hora de promoure el posicionament cap a l'àmbit STEM d'aquells grups minoritaris. En altres paraules, recerques com la de Kennedy, Jensen i Verbeke (2018) insinuen que aquestes accions no formals serveixen més aviat per promoure encara més el posicionament cap a l'àmbit STEM de grups que ja mostraven prèviament un posicionament positiu cap aquest àmbit -com els nois. En canvi, el seu potencial transformador en aquells grups en desavantatge-com les noies respecte STEM- seria poc efectiu.

Certament, la curta durada d'aquestes iniciatives no formals, pot constituir un factor limitant en comparació amb les activitats en contextos formals. Transformar constructes que són el resultat de múltiples experiències al llarg de molts anys, com és el posicionament cap a l'àmbit STEM, no és quelcom immediat, però no vol dir que estigui tot perdut. En aquest sentit, observem una manca de reflexió crítica i sistemàtica en les avaluacions d'aquestes iniciatives sobre com promoure específicament el posicionament cap a l'àmbit STEM de les noies, així com d'altres col·lectius en desavantatge en aquest àmbit. Aquesta problemàtica és la que motiva la recerca que es presenta a continuació.

## **3. Context i preguntes de recerca**

La recerca que es presenta s'ha realitzat en el context d'un festival STEAM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria, Art i Matemàtiques, per les seves sigles en anglès), que es realitza anualment a Barcelona i té una durada de 3 dies. El festival reuneix a més de 10.000 estudiants de secundària (de 12 a 16 anys), la major part dels quals provenen de l'àrea metropolitana. Mitjançant activitats interactives i lúdiques, espectacles i tallers, aquest festival pretén connectar l'alumnat amb centres de recerca, universitats i empreses i millorar el posicionament cap a l'àmbit STEM de l'alumnat participant. A més, el festival

també pretén donar a conèixer especialment aquelles aplicacions o relacions de les disciplines STEM amb disciplines d'altres àmbits, com l'art i el disseny, els esports, etc. L'assistència a aquest festival es realitza com una activitat escolar gratuïta, implicant així diversitat d'estudiants amb un posicionament divers cap a l'àmbit STEM. A l'hora de preparar les activitats i accions que es duran a terme en el festival, les persones encarregades reben algunes indicacions de l'organització, si bé la majoria d'aquestes indicacions són de caire logístic.

En aquest context, i amb la finalitat d'identificar estratègies que puguin fer millorar el potencial transformador del festival, es duu a terme una recerca que pretén respondre les preguntes següents:

- Quina és la variació en la percepció del propi posicionament en l'àmbit STEM dels nois i noies que han participat en un festival STEM, segons el seu gènere?
- Quins són aquells elements d'una iniciativa d'educació STEM no formal que poden afavorir un posicionament positiu cap a l'àmbit STEM, segons la visió dels nois i noies participants?

#### **4. Disseny de l'enquesta i anàlisi posterior**

Per poder respondre les dues preguntes de recerca es va dissenyar un qüestionari, basat en estudis previs similars, com els d'Archer et al., (2013) i FECYT, Obra Social "la Caixa", i Everis (2013). El qüestionari es va pilotar en l'edició de l'any 2018 del festival. La versió final del qüestionari es va estructurar en diverses seccions per caracteritzar el posicionament STEM de l'alumnat a través dels diversos constructes que la formen, així com també de l'impacte percebut del festival sobre el propi posicionament. Per a l'alumnat que havia percebut una millora en el propi posicionament, el qüestionari incloïa una subsecció destinada a conèixer aquells elements que havien generat més impacte, segons la visió del propi alumnat. En una secció final, es van incloure diversos ítems per tal de recollir informació sobre el gènere i altres variables socioeconòmiques i culturals que permetessin caracteritzar les persones que responien l'enquesta, seguint directrius de propostes internacionalment reconegudes (The GenIUSS Group, 2014). El qüestionari es va distribuir a tot l'alumnat que havia participat del festival a través dels seus docents. La versió final de les preguntes utilitzades per recollir les dades que es presenten a continuació es pot consultar a l'Annex 1 (Figura 4).

Els mètodes estadístics emprats en l'anàlisi de les dades, un cop realitzada la lectura i la validació de la base de dades, van ser diversos. En aquest article només es presenten aquells resultats de l'estadística descriptiva realitzada que permeten respondre les preguntes de recerca. Els resultats es complementen amb el contrast de distribució d'algunes de les variables amb la prova khi-quadrat de Pearson (o el test de bondat d'ajustament khi-quadrat) per contrastar si existeixen diferències de la distribució de les respostes segons el gènere.

### **5. Resultats i discussió**

#### **5.1 Descripció de la mostra recollida**

Es van obtenir 791 respostes d'estudiants de secundària dels quals, el 44% es va identificar com a noia i el 46% com a noi i un 10% d'estudiants no es va identificar amb un gènere binari (Figura 1). Aquesta distribució es va contrastar amb la distribució general de la població de Catalunya per al grup

equivalenta mitjançant la prova khi-quadrat de Pearson. Amb un nivell de significança del 0,9230 es considera que la proporció entre nois i noies de la mostra obtinguda no és diferent que la proporció de nois i noies de Catalunya. És a dir, la distribució obtinguda en la mostra es pot considerar representativa en termes de gènere respecte la població general d'estudiants de secundària. Aquesta prova es va realitzar també respecte altres variables amb possible influència, com ara nivell socioeconòmic i tipus d'escola (pública, concertada o privada).

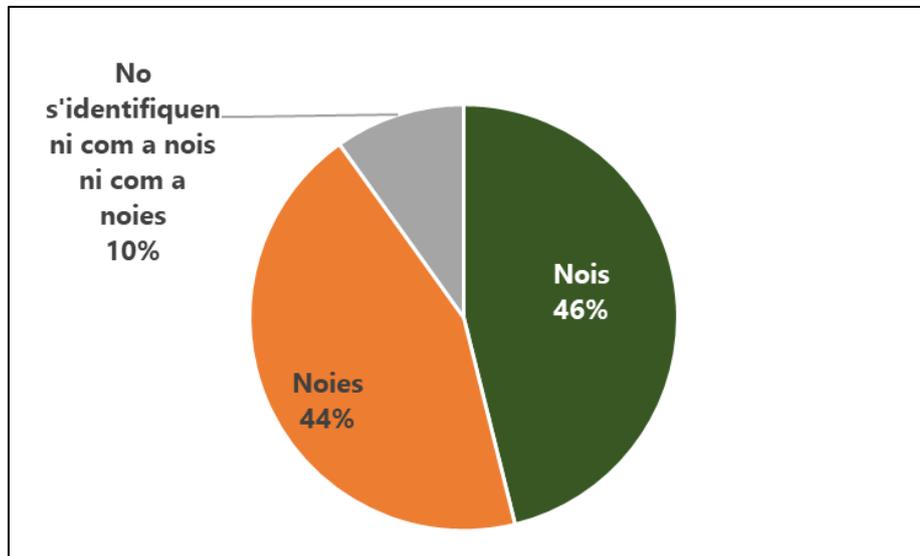


Figura 1. Distribució de les respostes recollides segons el gènere (N=791; Nnois=365, Nnoies=348; Naltres=78).

## 5.2 Percepció de la variació del posicionament cap a l'àmbit STEM segons el gènere després d'haver participat en el festival

A la Figura 2 es representa la percepció de l'impacte del festival en el propi posicionament. Tal i com es pot observar, el grup més nombrós tant de nois, noies i d'estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari, considera que la participació al festival no ha generat cap impacte sobre el propi posicionament i que aquest segueix sent el mateix que abans. No obstant, si bé en el cas dels nois, aquesta percepció es correspon amb el 44% de les respostes, en el cas de les noies es correspon amb el 59% de les respostes i per als estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari amb el 58%. Aquests resultats, per tant, mostren com les noies i estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari es mostren indiferents a l'acció d'activitats no formals STEM sobre el seu posicionament STEM.

<sup>a</sup> Les dades de la distribució de la població de Catalunya per sexe i grups d'edat ha estat extreta de l'Institut d'Estadística de Catalunya: <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=253&t=2019>. Dades de l'1 de gener 2019. En particular, es va contemplar la distribució del gènere entre els grups d'edat més propers a la mostra recollida, és a dir, entre els 10 i 19 anys.

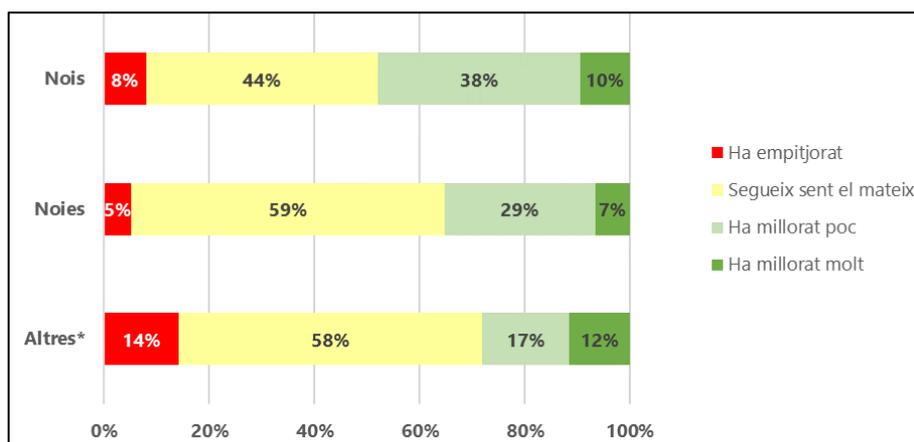


Figura 2. Impacte percebut del festival en el posicionament cap a l'àmbit STEM segons el gènere (N=791). \*La categoria "Altres" s'ha utilitzat per simplificar la gràfica; la categoria utilitzada al qüestionari va ser "no m'identifico ni com a noi ni com a noia".

D'altra banda, a la Figura 2 també es poden observar diferències en els estudiants que consideren que el festival ha tingut un impacte positiu sobre el propi posicionament cap a l'àmbit STEM. Si bé, el 48% dels nois va considerar que el seu posicionament havia millorat poc o molt, un 36% de les noies i un 29% dels estudiants que no es van identificar amb un gènere binari va reconèixer un impacte positiu del festival. És a dir, els nois reconeixen un impacte superior del festival que els seus companys.

Aquests resultats, per tant, evidencien de nou com l'acció d'activitats STEAM informals, particularment aquelles puntuals, acostuma a tenir un impacte percebut més positiu en aquells col·lectius que ja tenien un posicionament previ més favorable cap a l'àmbit STEM, com és el cas dels nois (Kennedy et al., 2018).

Finalment, en la mateixa Figura 2, cal destacar l'existència de diferències significatives respecte el gènere en la part extrema ("ha empitjorat" i "ha millorat molt"): una proporció lleugerament més gran de nois afirmen que la seva experiència al festival ha fet empitjorar el seu posicionament cap a l'àmbit STEM (8%) en comparació amb les noies (5%); aquesta proporció és encara més gran en l'alumnat que no s'identifica amb un gènere binari (14%). De la mateixa manera, una proporció lleugerament més gran de nois afirmen que el seu posicionament cap a l'àmbit STEM ha millorat molt després d'haver participat en el festival (10%) en comparació amb les noies (7%). Aquesta proporció és encara major en l'alumnat que no s'identifica amb un gènere binari (12%). En definitiva, sembla que l'alumnat que no s'identifica amb un gènere binari té opinions més extremes que els que s'identifiquen com a nois, i els nois tenen opinions lleugerament més extremes sobre la influència d'una iniciativa d'educació STEM que les noies.

En definitiva, els resultats obtinguts mostren com l'impacte d'una mateixa activitat, en aquest cas un festival STEAM, és percebut de manera diferent per nois, noies i estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari. Amb un valor  $\chi^2$  de 17,08 i una significança del 0,0007, la prova khi-quadrat de Pearson (amb 3 graus de llibertat) confirma que aquesta diferència entre la distribució de les respostes entre nois i noies és estadísticament significativab. Certament, la diferència entre la quantitat d'estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari ( $N_{altres}=78$ ) i la resta ( $N_{nois}=365$ ,  $N_{noies}=348$ ) pot haver influït aquest comportament descrit. Per tant, caldria prosseguir amb nous estudis per comprovar que realment aquesta diferència en el comportament és estable. No obstant, és necessari destacar que la quantitat d'estudiants que no s'han identificat amb un gènere binari, tot i que petita, és significativa i no es pot menysprear.

<sup>b</sup> En el contrast no s'ha tingut en compte la resposta "no m'identifico ni com a noi ni com a noia", ja que la poca quantitat de respostes obtingudes en aquesta categoria aportava molt soroll al resultat final.

### 5.3 Elements afavoridors del posicionament cap a l'àmbit STEM

En relació als elements que es perceben com a afavoridors del posicionament cap a l'àmbit STEM, que es troben representats a la Figura 3, també es troben diferències segons el gènere. Els nois i els estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari manifesten que l'ús de diverses aplicacions tecnològiques a la fira (robots, tauletes, drons...) ha estat la principal estratègia que els ha ajudat a millorar el seu posicionament cap a l'àmbit STEM; en canvi, les noies afirmen que ha estat el fet d'haver participat en activitats que es presentaven com si fossin un joc, un repte o un misteri que havien de resoldre (activitats ludificades) el que hauria ajudat més a millorar el seu posicionament cap a l'àmbit STEM. No és que a les noies no els agradi la tecnologia, sinó que els nois i estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari s'hi senten molt més atrets per la tecnologia per se que les seves companyes. De la mateixa manera succeeix amb les activitats ludificades: no és que no els agradi als nois ni als estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari (de fet, una bona proporció d'aquests estudiants ha assenyalat aquesta estratègia com a rellevant), sinó que hi ha una proporció més gran de noies que afirmen que ha estat una estratègia rellevant per elles.

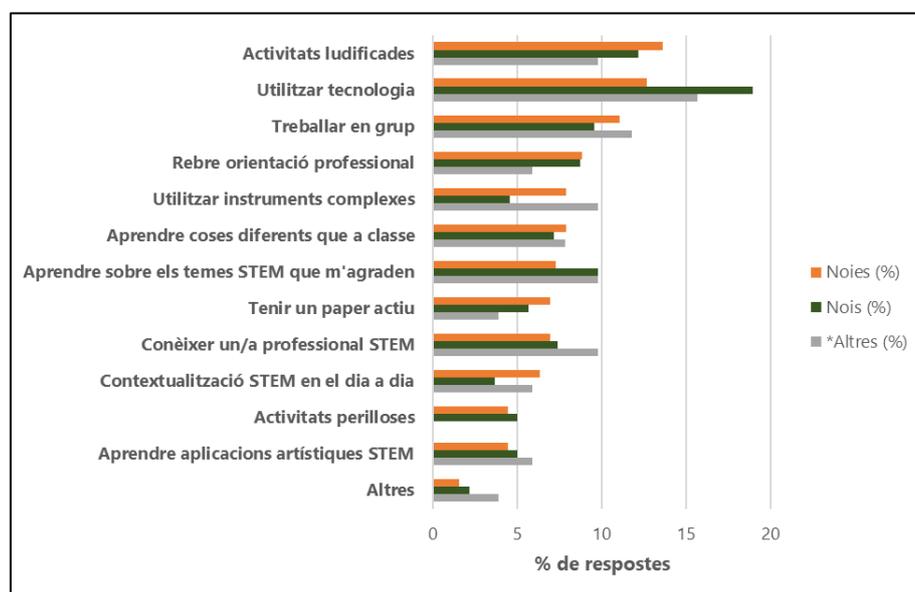


Figura 3. Elements afavoridors del posicionament cap a l'àmbit STEM d'un festival segons el gènere. Els resultats estan expressats en percentatge d'estudiants que havia respost que el seu posicionament cap a l'àmbit STEM havia millorat (una mica o molt) després d'haver participat en el festival. \*La categoria "Altres" s'ha utilitzat per simplificar la gràfica; la categoria utilitzada al qüestionari va ser "no m'identifico ni com a noi ni com a noia".

A banda d'aquestes estratègies, una proporció més gran de nois que de la resta de companys ha assenyalat que participar en activitats que tinguin un cert grau de perillositat ha tingut un impacte positiu en la millora del propi posicionament (Figura 3). Aprendre sobre els temes STEM que a un li agraden ha estat seleccionat en una proporció més gran i similar de nois i d'estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari, que de noies; i rebre orientació professional ha estat seleccionada per una proporció superior i alhora similar de nois i de noies, respecte els estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari.

A més de la participació en activitats ludificades, el fet de tenir un paper actiu en l'activitat ha estat un altre element més triat per les noies que per la resta de companys. Treballar en grup, aprendre coses diferents que a classe i participar en activitats contextualitzades en el dia a dia han estat triades en una proporció més alta per noies i estudiants no gènere binari, de manera similar, que de nois. Finalment, participar en activitats on s'usin instruments complexes i conèixer un/a professional de l'àmbit STEM i aprendre sobre les aplicacions artístiques de l'STEM, són elements que han estat seleccionats per una

proporció més alta d'estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari, que per la resta de companys.

Tots aquests resultats explicarien per què els nois consideren que la seva participació a la fira ha fet millorar més el seu posicionament cap a l'àmbit STEM en comparació amb les noies. Tal i com afirma l'alumnat participant en una altra pregunta del qüestionari, a l'hora de caracteritzar què van trobar a la fira, la principal resposta va ser descobrir i aprendre sobre les darreres novetats en tecnologia (31% nois, 30% noies, 22% estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari). En un segon nivell, un nombre significativament inferior d'estudiants considera que va aprendre STEM d'una manera diferent (més lúdica, amb altres estudiants...) (20% nois, 16% noies i 19% estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari). L'elevada presència d'alta tecnologia, una de les característiques d'aquest festival, és reconeguda com a principal element afavoridor del posicionament pels nois i estudiants que no s'identifiquen amb un gènere binari.

Malauradament, la relació entre les activitats anomenades STEM i la presència d'alta tecnologia (principalment tecnologies programables) no és quelcom anecdòtic, sinó una visió estesa i limitant que una simple cerca a Internet pot confirmar (Couso, 2017) i que de fet comparteix el professorat de Catalunya (Simarro & Couso, 2018). No obstant, els resultats obtinguts i moltes altres recerques a la literatura, com la de Sáinz et al. (2017), mostren que aquest ús excessiu de la tecnologia digital en activitats educatives pot esdevenir un factor de desigualtat, ja que moltes noies s'hi senten poc atretes. Incloure la perspectiva de gènere en l'educació STEM passa per considerar una visió més àmplia del significat de la tecnologia, que a més de incloure també l'anomenada baixa tecnologia, faci èmfasi en les seves aplicacions socials i els valors associats (Couso, 2017).

Aquesta diferència, juntament amb la resta que s'han assenyalat en els paràgrafs anteriors, reproduïxen els estereotips associats a la construcció hegemònica de la identitat de gènere que es pot trobar a la literatura: els nois acostumen a valorar més el producte de l'activitat o artefacte que s'utilitza (com, per exemple, la tecnologia) i les noies valoren més el procés seguit (com és l'activitat pròpiament, és a dir, ludificada i contextualitzada) (Sáinz et al., 2017). A més, les noies acostumen a donar més importància a activitats on es promoguin finalitats expressivo-comunals (com és el treball en grup i connectar amb altres persones) i, en canvi, els nois acostumen a valorar més activitats que persegueixen objectius més instrumentals com poder o èxit (i que es reflecteix en la seva preferència d'activitats centrades en els seus propis interessos o bé activitats amb un cert grau de perillositat) (Sáinz et al., 2017). Aquestes diferències, per tant, indiquen quines haurien de ser les estratègies principals per promoure el posicionament cap a l'àmbit STEM de col·lectius en desavantatge en aquest àmbit, com són les noies.

No obstant, també és necessari destacar que les dades a la Figura 3 evidencien un nombre significatiu d'estudiants que han triat estratègies no atribuïdes de manera estereotípica al seu gènere: hi ha un nombre significatiu de nois que reconeixen el potencial de les activitats en les que es treballa en grup a l'hora de millorar el propi posicionament cap a l'àmbit STEM, i un nombre significatiu de noies que reconeixen que l'ús de la tecnologia és també una estratègia efectiva per a elles. Dissenyar activitats STEM des d'una perspectiva de gènere també implica tenir en compte aquests resultats i, per tant, fugir la comprensió de la identitat de gènere com quelcom homogeni: no a tots els nois ni a totes les noies els agrada el mateix. A més, des d'una perspectiva interseccional de l'estudi del posicionament STEM, el gènere és important però no la única variable a tenir en compte: nivell socioeconòmic i sociocultural, ètnia i/o capital científicotecnològic familiar, per exemple, tenen una elevada influència. Així, el fet d'incloure estratègies per promoure el posicionament cap a l'àmbit STEM de les noies, també podrà resultar positiu per als nois, particularment aquells en desavantatge per altres factors, i és respectuós amb aquesta diversitat que existeix en un mateix gènere.

Finalment, cal destacar aquells elements seleccionats per estudiants que no s'han identificat ni com a nois ni com a noies. Les preferències d'aquest grup suggereix la promoció d'una visió més diversa de

l'STEM (introduint treball en grup, que tracti sobre altres temes menys acadèmics, més connectada amb altres disciplines artístiques...). Una consideració més diversa del gènere, per tant, contribuirà a la construcció d'una visió de l'STEM més àmplia, que novament podrà ser beneficiosa per a la resta de companys i companyes. Per a poder-ho dur a terme, serà necessari donar visibilitat i veu a aquests col·lectius minoritaris.

## 6. Conclusions i implicacions

Els estudiants que s'identifiquen com a nois reconeixen un impacte més positiu del festival en la millora del seu posicionament cap a l'àmbit STEM. L'elevada presència de tecnologia digital en el festival, reconeguda per tots els participants, hauria promogut aquesta diferència, ja que constitueix el principal element afavoridor del posicionament en els nois. Cal desenvolupar una visió crítica en relació a les estratègies utilitzades habitualment en l'àmbit educatiu, ja que podrien estar contribuint a mantenir o agreujar aquestes desigualtats identificades.

Així doncs, el cas d'aquest festival reforça la necessitat d'introduir la perspectiva de gènere de manera explícita en qualsevol activitat educativa STEM, sigui de l'àmbit que sigui (formal o no formal), i a fugir del binarisme tradicional quan es considera la identitat de gènere, si realment es pretén dissenyar estratègies educatives que puguin ser efectives per a tothom. En altres paraules, si no s'utilitzen estratègies en l'educació STEM específicament adreçades a col·lectius amb menys oportunitats i amb menys visibilitat en aquest àmbit, com són les noies o l'alumnat que no s'identifica amb un gènere binari, per defecte es seguirà obtenint un impacte més positiu en els col·lectius que ja tenien una posició afavorida, com els nois, mantenint i/o agreujant les desigualtats existents.

S'observen diferències en la tria dels diversos elements que afavoreixen el posicionament cap a l'àmbit STEM, segons el gènere dels participants. A grans trets, aquests elements reproduïen els estereotips associats a la construcció hegemònica de la identitat de gènere (més nois que noies que valoren activitats amb tecnologia i amb elements de perillositat; més noies que nois que valoren activitats ludificades i en les que es treballa en grup...). Tot i així, la tria dels elements que afavoreixen el posicionament cap a l'àmbit STEM també mostra l'existència d'una diversitat dins d'un mateix gènere, ja que un nombre significatiu d'estudiants també tria elements que tradicionalment no es relaciona amb la construcció hegemònica del seu gènere. Promoure estratègies típicament adreçades a les noies no només s'ha d'entendre des de la perspectiva d'oferir més oportunitats a aquest col·lectiu en desavantatge, sinó també des de la perspectiva de promoure una educació STEM per a tothom, que pugui eixamplar les concepcions normatives de la masculinitat i la feminitat (Achiam & Sølberg, 2016). Una bona educació STEM, per tant, hauria d'oferir un ventall suficient d'estratègies perquè qualsevol estudiant pugui, en algun moment, implicar-s'hi i desenvolupar un posicionament cap a l'àmbit STEM adequat, independentment del seu gènere. A l'hora de definir aquest ventall, serà necessari també desenvolupar una aproximació més complexa a la identitat de gènere, per exemple, tenint en compte les interseccions que es produeixen entre aquesta identitat i d'altres identitats (com l'ètnia, o la classe social).

## Referències bibliogràfiques

- Achiam, M. & Sølberg, J. (2016). Practices of today and visions of tomorrow: New directions for science centres and museums. *Spokes, 15*, 1–8.
- 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.
- Barmby, P., Kind, P. M. & Jones, K. (2008). Examining Changing Attitudes in Secondary School Science. *International Journal of Science Education, 30*(8), 1075–1093.
- Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education, 97*(4), 550–573.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències . Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària, 34*, 22–28.
- Couso, D. & Grimalt-Álvaro, C. (2019). Raising self-efficacy in STEM education to provide opportunities for all. In D. Couso Lagarón & C. Grimalt-Álvaro (Eds.), *STEM is for you. Experiences in raising self-efficacy from the STEAM4U project* (p. 103). Barcelona: Servei de Publicacions. Universitat Autònoma de Barcelona.
- FECYT, Obra Social "la Caixa", & Everis. (2013). *Evaluación del impacto de las acciones de divulgación en términos de promoción de vocaciones científico-tecnológicas*. Cuestionario.
- Kennedy, E. B., Jensen, E. A. & Verbeke, M. (2018). Preaching to the scientifically converted: evaluating inclusivity in science festival audiences. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement, 8*(1), 14–21.
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M. & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM Identity Among Young Women: A Social Identity Perspective. *Review of Educational Research, 88*(4), 589–625.
- Kim, M. (2018). Understanding children's science identity through classroom interactions. *International Journal of Science Education, 40*(1), 24–45.
- National Science Foundation. (2017). Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering. Retrieved from <http://www.nsf.gov/statistics/wmpd/2013/>
- Roche, J., Cullen, R. & Ball, S. L. (2016). The Educational Opportunity of a Modern Science Show. *International Journal of Science in Society, 8*(3), 2. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Joseph\\_Roche3/publication/302150221\\_The\\_Educational\\_Opportunities\\_of\\_a\\_Modern\\_Science\\_Show/links/572e6a4108aeb1c73d1296be.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joseph_Roche3/publication/302150221_The_Educational_Opportunities_of_a_Modern_Science_Show/links/572e6a4108aeb1c73d1296be.pdf)
- Sáinz, M., Castaño Collado, C., Meneses, J., Fàbregues, S., Müller, J., Rodó, M., ... Garrido, N. (2017). *¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas*.
- Schunk, D. H. & Pajares, F. (2002). *The development of academic self-efficacy*. In *Development of achievement motivation* (Vol. 1446, pp. 15–31). <https://doi.org/10.1016/b978-012750053-9/50003-6>
- Simarro, C. & Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates ¿qué? *UNO. Didáctica de Las Matemáticas, 81*(Julio), 49–56.

The GenIUSS Group. (2014). *Best Practices for Asking Questions to Identify Transgender and Other Gender Minority Respondents on Population-Based Surveys*. (J. L. Herman, Ed.), The Williams Institute. Los Angeles.

Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K. & Cripps Clark, J. (2008). *Opening up pathways: Engagement in STEM across the Primary-Secondary school transition*. Retrieved from [http://www.worldcat.org/title/opening-up-pathways-engagement-in-stem-across-the-primary-secondary-school-transition/oclc/271828582&referer=brief\\_results](http://www.worldcat.org/title/opening-up-pathways-engagement-in-stem-across-the-primary-secondary-school-transition/oclc/271828582&referer=brief_results)

UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls and Women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479E.pdf>

## ANNEXOS

### Preguntes que es van utilitzar en el qüestionari adreçat a l'alumnat de secundària per recollir les dades que es mostren a l'article.

\* 40. Creus que la teva experiència al YoMo ha fet que millori com et sents i la teva relació amb l'àrea de les Ciències, la Tecnologia, l'Enginyeria i les Matemàtiques?

- No, ha empitjorat
- No, segueix sent la mateixa
- Sí, però ha millorat poc
- Sí, ha millorat molt

\* 41. Quins tipus d'activitats al YoMo han fet millorar el que sents i la teva relació amb l'àrea de les Ciències, la Tecnologia, l'Enginyeria i les Matemàtiques?

Tria un màxim de 3 respostes

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Activitats que feien referència a situacions del dia a dia (per exemple, saber per què m'he de vacunar; estudiar la ciència a la cuina)                             | <input type="checkbox"/> Activitats en les que podia treballar en grups amb els/les teus/ves amics/gues  |
| <input type="checkbox"/> Activitats que em van permetre conèixer una persona real que es dedica a la Ciència, la Tecnologia, l'Enginyeria i/o les Matemàtiques                               | <input type="checkbox"/> Activitats en les que podia utilitzar instruments complexos (microscopis, espectrofotòmetres...)  |
| <input type="checkbox"/> Activitats en les que podia utilitzar diverses tecnologies (mòbils, tauletes, impressores 3D, robots...)  | <input type="checkbox"/> Activitats en les que vaig poder aprendre coses diferents sobre la Ciència, la Tecnologia, l'Enginyeria i/o les Matemàtiques de les que aprenc habitualment a classe. |
| <input type="checkbox"/> Activitats que es presentaven con si fossin un joc, un repte o un misteri que havia de resoldre (per exemple, un escape room, descobrir qui havia comès un crim...) | <input type="checkbox"/> Activitats que em m'ensenyaven què puc estudiar o treballar en un futur   |
| <input type="checkbox"/> Activitats que tenien un nivell elevat de perillositat (per exemple, explotaven o cremaven diversos objectes)   | <input type="checkbox"/> Activitats que podia aprendre sobre els temes de Ciència, Tecnologia, Enginyeria i/o Matemàtiques que a mi m'agraden  |
| <input type="checkbox"/> Activitats en les que tenia un paper actiu i la possibilitat de fer coses (per exemple, fer un experiment, construir un prototip/objecte que volgués...)            | <input type="checkbox"/> Activitats en les que podia veure l'ús artístic de la Ciència, la Tecnologia, l'Enginyeria i/o les Matemàtiques   |
| <input type="checkbox"/> Altres (especifiqueu)   |  |

\* 47. Què vas trobar o fer al YoMo que no pots fer habitualment a casa teva o l'aula?

Marca un màxim de 2 característiques

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Vaig aprendre Ciència, Enginyeria, Tecnologia i/o Matemàtiques d'una manera diferent (Per exemple, d'una manera més lúdica, amb altres estudiants...)         | <input type="checkbox"/> Vaig conèixer més què fan a la seva feina les persones que es dediquen a la Ciència, la Tecnologia, l'Enginyeria i/o les Matemàtiques  |
| <input type="checkbox"/> Vaig descobrir i aprendre sobre les darreres novetats en tecnologia mòbil (Per exemple, robots, programació, impressores 3D, realitat augmentada...)          | <input type="checkbox"/> Vaig conèixer més sobre a què em puc dedicar en un futur en l'àmbit de les Ciències, la Tecnologia, l'Enginyeria i/o les Matemàtiques  |
| <input type="checkbox"/> Vaig fer experiments de Ciència utilitzant instruments que no tinc disponibles al meu centre (Per exemple, microscopis digitals, sensors digitals...)         | <input type="checkbox"/> Vaig explorar i descobrir l'aplicació i els usos artístics de la Ciència, la Tecnologia, l'Enginyeria i les Matemàtiques (Per exemple, dissenyar un joc, utilitzar realitat augmentada en un quadre, dissenyar un nou instrument musical...) |
| <input type="checkbox"/> Vaig dissenyar i/o construir alguna cosa utilitzant instruments que no dispo al meu centre (Per exemple, amb robots, impressores 3D, eines de construcció...) |   |
| <input type="checkbox"/> Altres (especifiqueu)   |   |

\* 57. En aquest moment, amb quin gènere t'identifiques més?

- Amb el gènere masculí
- Amb el gènere femení
- No m'identifico ni amb el gènere masculí ni amb el gènere femení

Figura 4. Formulació final de les preguntes que es van utilitzar en el qüestionari posterior per recollir les dades que es mostren a l'article

# Argumentación científica escolar: una propuesta para la defensa del medio ambiente

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pag. 145-153

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

Adriana Patricia Gallego-Torres , Adriana Valenzuela González , Vladimir Ballesteros- Ballesteros 

Rebut: 14/09/2019 Acceptat: 23/10/2019

## Resumen

Este trabajo presenta algunas perspectivas epistemológicas y teóricas relacionadas con la argumentación científica escolar desde el enfoque pragmático-dialéctico orientado hacia la resistencia, defensa y conservación del medio ambiente. El documento abordará la perspectiva de enfoque territorial y las ontologías relacionales, y cómo estas se articulan con la lucha que han gestado algunas organizaciones ambientales por la conservación de los recursos medioambientales del municipio de Soacha; finalmente, se expone la necesidad de desarrollar procesos de argumentación científica escolar en los estudiantes de educación básica secundaria en el municipio de Soacha – Colombia.

**Palabras claves:** Ontologías Relacionales, Argumentación Científica, Medio Ambiente.

## Abstract

This paper presents some epistemological and theoretical perspectives related to school scientific argumentation from the pragmatic-dialectical approach oriented towards resistance, defense and conservation of the environment. The document will address the perspective of territorial approach and relational ontologies, and how these are articulated with the struggle that some environmental organizations have developed for the conservation of the environmental resources of the municipality of Soacha; Finally, the need to develop processes of school scientific argumentation in secondary school students in the municipality of Soacha - Colombia is exposed..

**Key words:** Relational Ontologies, Scientific Argumentation, Environment.

## 1. Introducción

El despertar y cambio social que se ha venido gestando en América Latina, ha considerado un proceso denominado por Escobar (2014) como “problematización de la vida, en relación con la crisis de la biodiversidad, el cambio climático y el incremento del ritmo de la devastación ambiental por las industrias extractivas” (P. 19). Esta problematización implica una mirada más analítica y crítica respecto a las graves consecuencias ambientales que ha traído consigo el desmesurado del desarrollo científico

y tecnológico, el uso desmedido de los combustibles de origen fósil y por ende la necesidad de acudir a la educación en energías renovables desde distintas estrategias educativas en la educación en ciencias (Ballesteros y Gallego, 2019).

Por otro lado, Toulmin en (1958) definió la argumentación como la elaboración de un discurso que tiene como finalidad convencer o hacer partícipes a otros de una conclusión, una opinión o de un sistema de valores, planteamiento que junto con los aportes de Perelman (1958) dieron inicio a los estudios contemporáneos de la argumentación y permitieron la configuración de argumentación desde un enfoque dialéctico, alineado con los enfoques pragmáticos del discurso y la conversación-Interacción. (Van Eemeren, 2015).

Parte de esta investigación procura la convergencia entre el proceso de problematización de la educación en ciencias desde la naturaleza de la ciencia, la educación en energías renovables y la argumentación científica escolar (Niaz, 2016; Ballesteros, 2019). El propósito es establecer un vínculo relacional y la reconstrucción del sentido de lo comunal a través del desarrollo de procesos argumentativos (Sauvé, 2014; Sauvé, Bernard & Sloan, 2016) en los estudiantes del municipio de Soacha – Cundinamarca, a partir del desarrollo e implementación de un modelo argumentativo de educación en ciencias que se base fundamentalmente en el reconocimiento y la mitigación de los problemas ambientales que deberán ser enfrentados, no sólo a través de aplicación de normas, procedimientos administrativos o de aplicación tecnológica, sino, como un proceso educativo que se oriente al cambio de valores, concepciones y actitudes de la humanidad con el medio ambiente (Porter, & Van der Linde, 1995; Huxster, Uribe-Zarain, & Kempton, 2015; Mirandola. & Lorenzini, 2016).

## **2. La voz de las organizaciones ambientales del municipio**

En las últimas décadas se han creado en el municipio diferentes organizaciones ambientales interesadas en el trabajo comunitario y en el establecimiento del vínculo entre los habitantes de Soacha con la situación ambiental del municipio.

La Corporación Ambiental Caminando el Territorio es una organización sin ánimo de lucro conformada legalmente en 2016 por jóvenes profesionales en las ciencias ambientales y de la Tierra, nace como colectivo social y juvenil en el año 2013 en Soacha (Cundinamarca) y desde entonces, a través de la Educación Ambiental, la Gestión Ambiental Comunitaria y la Investigación con Enfoque Territorial, viene trabajando a favor del reconocimiento y la apropiación social del territorio municipal, con el propósito de contribuir a la transformación positiva de sus complejas realidades ambientales (Corporación Ambiental Caminando el Territorio, 2019, párr. 1).

Esta corporación viene trabajando con un firme compromiso social ambiental, involucrando y mostrando a la comunidad del municipio el proceso de “problematización de la vida” mediante el conocimiento de la biodiversidad local y las diferentes problemáticas ambientales que se encuentran en el municipio de Soacha. Es necesario destacar que esta corporación lleva a cabo un proceso de investigación y sistematización de las problemáticas ambientales presentadas en el municipio que socializa y divulga, como es el caso de la Investigación sobre la calidad del aire en el municipio de Soacha (2019).

“La Corporación Ambiental Caminando el Territorio, realizó una exhaustiva revisión y análisis de las mediciones históricas de las concentraciones promedio anuales de los contaminantes tipo criterio que estas dos estaciones de calidad del aire del municipio de Soacha monitorean y que se procesan, almacenan y difunden a través de la página web del SISAIRE” (Corporación Ambiental Caminando el Territorio, 2019, párr. 10) [sic].

Asimismo, pueden ser consultados otros documentos que ha publicado la corporación con el objetivo de que los habitantes del municipio de Soacha amplíen su conocimiento respecto a la situación medioambiental, invitando a que haya una participación comunitaria a través de las actividades propuestas y la divulgación de documentos producto de investigación en el municipio.

En este orden de ideas, es importante resaltar la labor que realiza la Corporación Ambiental Semillas de la Tierra del Sol, organización no gubernamental cuyo propósito es la "Generación de otras valoraciones de la naturaleza, recuperación y restauración ambiental, defensa territorial, construcción de justicia ecológica y de alternativas al desarrollo". (Corporación Semillas de la Tierra del Sol, 2019). Esta corporación se encamina hacia la participación comunitaria de los habitantes de la comuna 1 del municipio de Soacha, en defensa de los Humedales "El Vínculo" y "Tierra Blanca", espacios medioambientales que han sido perjudicados en las últimas décadas por los residuos industriales de empresas aledañas, la construcción de macro proyectos de vivienda y el accionar de habitantes con poca conciencia respecto a estos valiosos recursos medioambientales y la riqueza en términos de biodiversidad con los que cuentan los habitantes del municipio.

Reconocer y divulgar los aportes de estas y otras organizaciones ambientales del municipio, permite que el proceso de problematización de la vida pueda verse a través de la experiencia de colectivos locales que, mediante sus luchas ontológicas, buscan establecer un espacio de actuación en la sociedad, encontrar caminos afines con procesos académicos, culturales, sociales y económicos que son alternativas al desarrollo amenazante del "mundo uno" del municipio. Tal experiencia se constituye en una oportunidad valiosa para enriquecer los procesos de argumentación científica de los estudiantes (Briceño, 2017).

### **3. Aproximación al panorama ambiental de Soacha**

El municipio de Soacha en Cundinamarca cuenta con importantes recursos naturales que, a lo largo de la historia, debido al desarrollo sociodemográfico y la transformación de actividades económicas, no han sido considerados como aspectos importantes o que se deban preservar como riqueza ambiental. Dentro de este abandono se encuentra el uso no adecuado de los recursos ambientales del municipio, los cuales se han visto afectados por la explotación minera, la actividad industrial y el uso de energías no renovables (Palacio, 2010; Forero, 2015).

Otro aspecto que se añade a la problemática del municipio es el desconocimiento de los recursos ambientales por parte de los estudiantes, quienes en el futuro serán ciudadanos activos como habitantes del municipio. Esto se observa en las interacciones en el aula y en el ambiente escolar, ratificado en el diagnóstico realizado a una muestra de estudiantes de los grados noveno a undécimo de las instituciones educativas Integrado de Soacha y La Despensa, en las que se identificó un desconocimiento generalizado por los aspectos ambientales del municipio, desconocimiento conceptual de energías alternativas, la diferencia entre energías renovables y no renovables, además de una escasa conciencia ambiental ( Ballesteros,2019; Castro y Gallego,2015).

En la actualidad Soacha muestra altos índices de contaminación de las fuentes hídricas y problemas socio ambientales (Palacio, 2010; Forero, 2015; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2019). En este sentido, este proyecto de investigación busca potenciar la argumentación científica escolar como herramienta que les permita a los jóvenes del municipio ampliar su conocimiento sobre los recursos naturales, el compromiso ambiental que ello implica, el planteamiento de alternativas de uso de energías renovables y acciones ciudadanas encaminadas al uso racional y conservación del medio ambiente en el municipio. Adicionalmente, cuando no se cuenta con una comprensión de la naturaleza epistémica de la ciencia (Osborne, 2009), es decir, cuando no hay una interiorización de conceptos científicos, no pueden verse reflejados en el contexto inmediato y, por ende, no hay posibilidades de plantear alternativas de solución a los problemas ambientales del municipio. Esta falencia se evidencia

actualmente en Soacha, pues no se están fomentando iniciativas en energías renovables desde un contexto educativo ni de gobierno, trayendo consigo una mirada a futuro poco esperanzadora.

Asimismo, el crecimiento demográfico del municipio es un aspecto que se debe considerar en el proceso educativo y ambiental: Soacha es el municipio que experimentó el incremento poblacional más importante a escala nacional entre 1985 y 2010 (Análisis demográfico y proyecciones poblacionales de Bogotá, 2018, p. 16 ) Según la población proyectada mediante el escenario tendencial 2021-2060, en este último año Soacha tendría 773,586 habitantes, sin embargo la actual administración municipal elaboró un censo en el que arroja como datos un millón tres mil (Flórez, 2017); contrastando con las cifras del preconteo del censo nacional en 2018, en el que se indica que el municipio cuenta con 634.660 habitantes (El Tiempo, 2019). Este crecimiento poblacional, sumado a una pobre educación ambiental, el uso de fuentes de energía contaminantes y la falta de compromiso del gobierno local frente a las problemáticas del ambiente, supone un gran impacto sobre los recursos ambientales del municipio (Vilches, & Gil, 2003; Paramati, Sinha, & Dogan, 2017). Esto implica una gran responsabilidad por generar estrategias de educación en las que se involucren procesos pragmáticos, dialécticos y lingüísticos que demuestren apropiación, defensa y conservación de los recursos medioambientales del territorio.

Mejorar los procesos de argumentación científica de estudiantes de educación secundaria se convierte en una prioridad ya que son ciudadanos activos que tendrán gran incidencia en la interacción con el ambiente natural y social. Los procesos de apropiación y defensa generados en esta interacción promueven un arraigo profundo en los estudiantes respecto a la concepción y conservación del territorio; de igual forma, al propiciar el desarrollo de procesos argumentativos, se logra un avance en la competencia propositiva (Kuhn, 2010), que facilitará la formulación de alternativas de solución a los problemas ambientales de los jóvenes que ahora son estudiantes, pero que en un futuro desempeñarán otros roles en la sociedad y contribuirán al mejoramiento del entorno socio ambiental en el que se encuentran (Ortega & Pérez, 2013).

#### **4. Argumentación científica escolar**

Diversas investigaciones en el campo de la argumentación científica han mostrado cómo esta categoría conceptual permite ser analizada desde múltiples dimensiones que relacionan el desarrollo de la habilidad cognitivo lingüística con el rendimiento académico, el aprendizaje, las habilidades de discusión, las creencias epistemológicas, la comprensión conceptual, la naturaleza de las ciencias, las habilidades de pensamiento científico, o la calidad del argumento, entre otras (Bogar, 2019).

De igual forma, el amplio espectro de investigaciones que se encuentran disponibles sobre argumentación científica escolar y la propuesta de modelos argumentativos como Toulmin (1958), Giere (1991), Schwarz, Neuman, Gil ve İlyá ( 2003), Zohar y Nemet (2002), Kelly y Takao (2002), Lawson (2003), Sandoval (2003), McNeill, Lizotte, Krajcik, Marx (2006)), entre otros, citados por Aktamiş y Hiçde (2015) dan cuenta de la importancia de formular modelos argumentativos que se ajusten a entornos educativos concretos y que puedan dar respuesta a las necesidades educativas puntuales, que para el objetivo de esta propuesta es la apropiación, defensa, cuidado y conservación del medio ambiente.

La argumentación se considera como una habilidad esencial para la formación científica ciudadana (Felton, Garcia-Mila, Villarroel, & Gilabert, 2015; Nielsen, 2012; Duschl, & Osborne 2002 Jiménez-Aleixandre, Bugallo, & Duschl, 2000; Newton, Driver, & Osborne, 1999). Debido a que los procesos argumentativos constituyen una práctica esencial en la construcción del conocimiento científico, a través de la crítica, la replicación y la evaluación (Dawson, & Carson, 2017).

Argumentar es un proceso cognitivo, lingüístico y pragmático que implica a un individuo la capacidad de emitir un punto de vista u opinión y defenderlo frente a un hecho o situación. Debe estar apoyado

en razones o justificaciones denominadas argumentos que le permitan afirmar con claridad sus postulados, darlos a conocer y lograr en su interlocutor un cambio de postura y persuadirlo respecto a las ideas presentadas (Lazarou, Erduran, & Sutherland, 2017; Revel, Meinardi, & Adúriz-Bravo, 2014; Osborne, 2009).

En el aula, la argumentación cumple un rol importante en el aprendizaje de las ciencias. Como lo definen Ruiz, Tamayo, & Márquez (2015):

"La argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias" (p. 629).

La argumentación desde esta óptica puede ser considerada como una ventana por la cual se puede acceder a los modos de pensar de los estudiantes y sus producciones como una forma viable de valorar sus aprendizajes, una forma de poner en contexto las conclusiones, propuestas y análisis que realizan; pone en evidencia los aportes que éstos realizan después de la comprensión de conceptos y da paso al proceso propositivo, espacio que se debe abrir en forma significativa en la escuela para formar un "alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadanos" (Sardà, & Sanmartí, 2000).

En este sentido, el modelo de argumentación científica escolar que se pretende plantear procura revisar y fortalecer los argumentos que se encuentran presentes en los diálogos que los estudiantes sostienen en la clase ciencias naturales y que socialmente son necesarios para la defensa del medio ambiente en el municipio de Soacha, explicar el uso y el abuso de las energías renovables, la afirmación del territorio, la participación en las decisiones ciudadanas y la resistencia frente a la depredación capitalista, lo que permitirá construir no solo conocimiento en estos temas, sino generar posturas críticas frente a esta problemática tan necesaria para la humanidad en la actualidad (Ocetkiewicz, Tomaszewska, & Mróz, 2017; Martín-Gámez, & Erduran, 2018).

El análisis que se espera realizar comprende los argumentos como ideas que se encuentran insertas en diálogos producidos en contextos de clase de ciencias naturales y responden a objetivos concretos. Walton (1998) citado por Kolstø y Ratcliffe (2007) presenta una clasificación de diálogos que intenta cubrir todo tipo de interacciones argumentativas. Este autor define el diálogo como "un marco normativo en el que existe un intercambio de argumentos entre los socios que razonan juntos y, a su vez, toman la secuencia dirigida a un objetivo colectivo" (p. 30). Afirma la existencia de cinco tipos diferentes de diálogos, caracterizados, entre otros atributos, por diferentes objetivos: diálogo de persuasión, diálogo de búsqueda de información, diálogo de negociación, diálogo de investigación y diálogo erístico.

Para cumplir con los objetivos de la propuesta de investigación se tendrán en cuenta dos tipos de diálogo que son importantes como representaciones de prácticas científicas: La discusión crítica como un tipo de diálogo de persuasión y la investigación científica como un tipo de diálogo de investigación son de interés social en nuestro contexto, debido a su posible relevancia para describir los discursos científicos. (Kolstø y Ratcliffe, 2007, p. 120)

Lo expuesto anteriormente, lleva a resaltar la necesidad de desarrollar los procesos argumentativos de los estudiantes de educación secundaria de dos Instituciones educativas del municipio de Soacha, de tal manera que los jóvenes puedan construir y analizar argumentos relacionados con las aplicaciones sociales y las implicaciones de la ciencia, esto involucra la capacidad de comprometerse con las afirmaciones de las fronteras de la ciencia comprendidas en temas socio-científicos controvertidos (Kolstø y Ratcliffe 2007); le brinda la oportunidad al estudiante de analizar las situaciones científicas

que ocurren a su alrededor y le provee las herramientas conceptuales, cognitivas y lingüísticas para dar a conocer su punto de vista y el aporte con alternativas de solución efectivas haciendo del estudiante un agente activo ante las diversas problemáticas ambientales a las que se enfrenta.

Para avanzar en la resolución del problema y alcanzar los objetivos trazados, en esta sección se explican los aspectos centrales del diseño metodológico. Por tanto, se plantea una metodología de tipo mixto, con la intención de aprovechar sus componentes tanto cualitativos como cuantitativos Creswell (2014) que permitan determinar y analizar los procesos argumentativos y las estrategias lingüísticas y fortalecer el análisis de los resultados, para mayor comprensión del problema de investigación.

Se contempla que el proyecto de investigación este organizado en tres fases: En primer lugar, consiste en caracterizar el nivel de competencia de argumentación científica de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa La Despensa y La Institución Educativa Integrado de Soacha, tomando como base la problemática ambiental del municipio de Soacha. Se utilizarán como instrumentos de recolección encuestas y entrevistas. En segundo lugar, Se formulará una guía metodológica para potenciar los procesos pragmáticos y dialécticos presentes en el desarrollo de la competencia argumentativa y de igual forma, generar un proceso de concienciación a través de la proyección de material audiovisual y la visita a las reservas naturales e históricas del municipio. Finalmente, se realizará una validación de la implementación de la guía metodológica, utilizando nuevamente los instrumentos aplicados en la primera fase y se evaluarán las variaciones en cuanto al proceso argumentativo, analizando la participación en debates y los diálogos establecidos en el aula de clase.

## **5. A manera de conclusión**

Acudir a los procesos argumentativos en la educación científica supone comprender la Naturaleza del Conocimiento Científico y sus objetivos para la enseñanza científica y escolar y para la enseñanza de las ciencias para la ciudadanía, lo que implica que los estudiantes no solo deben comprender los conceptos bajo los cuales se desarrolló la ciencia, sino que deben ser capaces de aplicarlos en su vida diaria y más aún en el momento de la historia de la humanidad por el que estamos atravesando donde el cuidado de medio ambiente y las fuentes energéticas son el único camino para evitar que se extinga la raza humana. En este sentido, acudir a los procesos argumentativos, resulta imperativo a la hora de co-construir una visión más adecuada de la naturaleza de la ciencia y desarrollar perspectivas críticas en ellos estudiantes que les permitan procesos de enseñanza-aprendizaje alejados de los modelos habituales de transmisión- recepción.

El vínculo entre los procesos pragmáticos y dialécticos que se desarrollan en el aula y las luchas ontológicas que libran las organizaciones ambientales locales, constituyen uno de los elementos más importantes para la consolidación de un modelo argumentativo escolar, consciente de su entorno inmediato y que procura la formación de ciudadanos críticos, participativos, que emprenden iniciativas sustentables, como una postura de resistencia y alternativa frente al desarrollo capitalista que, como se concluyó en los diagnósticos iniciales, ha desdibujado el sentir y la existencia de los ciudadanos en el municipio de Soacha.

## Referencias bibliográficas

Aktamiş, H. & Hiğde, E. (2015). Assessment of Argumentation Models Used in Science Education. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (35), 136-172. Retrieved from <http://dergipark.org.tr/maeuefd/issue/19408/206367>

Alcaldía Mayor de Bogotá. *Análisis demográfico y proyecciones poblacionales de Bogotá* (2018). Recuperado de [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/demografia\\_proyecciones\\_2017\\_0\\_0.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/demografia_proyecciones_2017_0_0.pdf)

Archila, P. A. (2014). La argumentación en la formación de profesores de química: relaciones con la comprensión de la historia de la química-Argumentation in chemistry teacher training: relations with the understanding of the history of chemistry. *Revista científica*, 1(18), 50 - 66. <https://doi.org/10.14483/23448350.5561>

Ballesteros Ballesteros, V. & Gallego-Torres, A. P. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en ciencias. *Revista científica*, 2(35), 192-200. <https://doi.org/10.14483/23448350.14869>

Ballesteros-Ballesteros, V. A. (2019). La educación en energías renovables como alternativa de promoción del compromiso público ascendente entre los Indígenas Wayuu en la Alta Guajira. *Revista científica*, 388-397. Recuperado a partir de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14773>

Bogar, Y. (2019). Revisión de Estudios Nacionales e Internacionales sobre Argumentación Científica en Educación. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 90-120. DOI: 10.29250 / sead.494930

Briceño-Martínez, J. J. (2017). Obstáculos y mejoras de un profesor universitario de ciencia para conseguir una participación argumentativa de sus estudiantes. *Revista científica*, 2(29), 195-203. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.29.a7>

Castro-Montaña, J. E. & Gallego-Torres, A. P. (2015). La educación energética una prioridad para el milenio. *Revista científica*, 1(21), 97-110. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a11>

Corporación Ambiental Caminando El Territorio: Investigación sobre la calidad del aire en el municipio de Soacha. [Entrada de blog] Recuperado de <https://caminandoelterritorioblog.wordpress.com/2019/02/19/investigacion-sobre-la-calidad-del-aire-en-el-municipio-de-suacha/>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. *Observatorio de agendas interinstitucionales y conflictos ambientales. Contaminación Humedal Tierra Blanca Soacha*. (2019). Recuperado de <http://oaica.car.gov.co/vercaso2.php?id=138>

Corporación Semillas de la Tierra del Sol. [Semillas de la Tierra del Sol]. (27 de junio de 2019). Información Organización Socio ambiental. [Estado de Facebook]. Recuperado de [https://esla.facebook.com/pg/CORPOSETIS/about/?ref=page\\_internal](https://esla.facebook.com/pg/CORPOSETIS/about/?ref=page_internal)

Creswell, J. (2014). Una introducción concisa a la investigación de métodos mixtos. Publicaciones sabias.

Dawson, V. & Carson, K. (2017). Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 1-16.

Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.

Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002) Supporting and promoting argumentation discourse in Science Education, *Studies in Science Education*, 38:1, 39-72, <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>

El Tiempo. Soacha pide al DANE revisar las cifras del Censo Nacional 2018. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/soacha-pide-al-dane-revisar-las-cifras-del-censo-nacional-2019-319828>

Escobar, A. (2014). Sentipensar con la tierra: nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia. Medellín. Universidad Autónoma Latinoamericana UNAULA

Felton, M., García-Mila, M., Villarroel, C. & Gilabert, S. (2015), Argumentando en colaboración: tipos de discursos argumentativos y su potencial para la construcción del conocimiento. *British Journal of Educational Psychology*, 85, 372-386. <https://doi.org/10.1111/bjep.12078>

Forero, G. (2015). Caracterización físico-química y microbiológica del agua del río Soacha, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 119-144. Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1410/1734>

Flórez, J. (2017). Soacha: el karma de crecer a la sombra de un gigante. Semana. Recuperado de <https://www.semana.com/nacion/articulo/soacha-historia-censo-y-crecimiento-poblacional/5415292017>

Huxster, J. K., Uribe-Zarain, X. & Kempton, W. (2015). Undergraduate understanding of climate change: the influences of college major and environmental group membership on survey knowledge scores. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), pp. 149-165. 2015. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1021661>

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(6), 757-792 [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)

Kolstø S.D. & Ratcliffe M. (2007) Aspectos sociales de la argumentación. En: Erduran S., Jiménez-Aleixandre MP (eds) *Argumentation in Science Education*. Biblioteca de Educación de Ciencia y Tecnología, vol 35. Springer, Dordrecht

Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824

Lazarou, D., Erduran, S. & Sutherland, R. (2017). Argumentation in science education as an evolving concept: Following the object of activity. *Learning, culture and social interaction*, 14, 51-66. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2017.05.003>

Martín-Gámez, C. & Erduran, S. (2018) Comprensión de la argumentación sobre cuestiones socio-científicas en materia de energía: un estudio cuantitativo con profesores de formación inicial en España. *Investigación en educación científica y tecnológica*, 36(4), 463-483.

Mirandola, A. & Lorenzini, E. (2016). Energy, environment and climate: From the past to the future. *International Journal of Heat and Technology*, 34(2), 159-164.

Morin, E: Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. París, Francia: UNESCO. 1999.

Newton, P., Driver, R. & Jonathan, O (1999). El lugar de la argumentación en la pedagogía de la ciencia escolar. *Revista Internacional de Educación en Ciencias*, 21(5), 553-576.

Niaz, M. (2016). History and Philosophy of Science as a Guide to Understanding Nature of Science. *Revista científica*, 1(24), 7-16. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1>

Nielsen, B. L. (2012). Science teachers' meaning-making when involved in a school-based professional development project. *Journal of science teacher education*, 23(6), 621-649. Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B. & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 92-97.

Ortega Rivera, P. & Pérez Bustos, J. (2013). *Influencia de la educación medioambiental para promover la preservación de la naturaleza en los estudiantes de quinto año básico* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).

Ortega, F. J. R., Alzate, O. E. T. & Bargalló, C. M. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-645.

Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación química*, 20(2), 156-165.

Palacio-Tamayo, D. (2010). LA VALORACIÓN AMBIENTAL PARTICIPATIVA: Una perspectiva local para la construcción de territorios sostenibles. El caso de Soacha. *Revista UIS Humanidades*, 38(2).

Paramati, S. R., Sinha, A. & Dogan, E. (2017). The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: evidence from the Next 11 developing economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(15), 13546-13560.

Porter, M. E. & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.

Revel, A. & Adúriz-Bravo, A. (2014) La argumentación científica escolar. Contribuciones a una alfabetización de calidad. *Pensamiento Americano*, 7(13), pp. 113-122.

Sardà, J. & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un repte de les classes de ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

Sauvé, L. (2014). Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico-Environmental education and eco-citizenship. Key dimensions of a pedagogical-political project. *Revista científica*, 1(18), 12 - 23. <https://doi.org/10.14483/23448350.5558>

Sauvé, S., Bernard, S. & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Van Eemeren, FH (2015). *Razonabilidad y efectividad en el discurso argumentativo*. Dordrecht: Springer. doi , 10 , 978-3.

Vilches, A. & Gil, D: (2003). *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. Madrid, España: Cambridge University Press.

# Espai d'anàlisi

# Tema d'anàlisi:

## STEM: Oportunitades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias

UTE. Revista de Ciències de l'Educació

Monogràfic 2019. Pàg. 155-168

ISSN 1135-1438. EISSN 2385-4731

<http://revistes.publicacionsurv.cat/index.php/ute>



DOI: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>

**Aportación de Jordi Domènech Casal** 

### Resumen

El término STEM es polisémico y tiene actualmente una gran presencia en ámbitos de innovación en enseñanza de las ciencias. Sintetiza un conjunto de objetivos políticos en relación al desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas, inclusión y ciudadanía. En este artículo se identifican vías de acción metodológica para desplegar los objetivos STEM desde la didáctica de las ciencias (Indagación, Controversias, Aprendizaje Basado en Proyectos, Pseudociencias,...). Se proponen ejemplos de actividades aplicadas en las aulas y se analizan las aportaciones de cada vía de acción y potenciales dificultades. Como conclusión, se discute el encaje entre los objetivos políticos STEM y la misión social de la educación como vía para una ciudadanía competente.

**Palabras Clave:** STEM, Ciudadanía, Didáctica de las Ciencias, Competencia científica. Controversias Socio-científicas.

### Abstract

"STEM" is a polysemic word very present in innovative frames on Science Education. It shapes several political goals related to increasing scientific and technologic careers, inclusion and citizenship. In this article we identify several methodologic lines from Science didactics to develop STEM goals (Inquiry, Socio-Scientific Issues, Project-Based Learning, Pseudoscience,...). We describe examples of classroom activities and analyse its contributions and potential difficulties. As a conclusion, we discuss the matching of the STEM political goals with the social purpose of education as a way for competent citizenship.

**Keywords:** STEM, Citizenship, Science didactics, scientific competence, Socio-Scientific Issues.

## 1. La emergencia STEM y su significado

El término "emergencia" tiene un doble significado. Por un lado, significa surgimiento, por el otro comunica urgencia. El primero de estos significados representa bien la rápida expansión y amplia presencia actual del término "STEM", con amplia financiación pública y privada. Es complejo definir el término STEM desde la didáctica, y solemos encontrarlo usado con distintos significados (Akerson,

Burgess, Gerber & Guo, 2018; Bybee, 2010; Martín-Páez et al., 2019). En ocasiones STEM significa trabajo “interdisciplinar” integrando la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas -obviando que la pedagogía ya tenía un término para eso (“interdisciplinar” o “trabajo integrado”)-. En ocasiones, el término mantiene ese significado interdisciplinar como STEAM, incorporando una A de Artes, que puede ser en sentido estricto (pintura, escultura, danza...) o en sentido amplio (literatura, filosofía... lo que llamamos Humanidades). Frecuentemente esta “A” se reivindica como aportación a la creatividad (Henriksen, 2014), hiriendo algunas susceptibilidades al sugerir que las demás áreas no tienen sus propios espacios de creatividad, lo que no está colaborando precisamente a la armonía interdisciplinar. Por alguna razón, esa definición como “interdisciplinar” convive pacíficamente en desconcertante contradicción con otras que asocian STEM de forma primordial a la enseñanza de la robótica y la programación (o el uso de aparataje TIC o incluso el laboratorio de Ciencias) que –debemos reconocer– suelen tener en la práctica poco de interdisciplinares. De un modo genérico, pero pocas veces explícito, suele asociarse STEM a lo que se ha llamado “soft skills” o habilidades prácticas vinculadas a la autonomía, como el trabajo en equipo, el análisis crítico, la creatividad o el Pensamiento computacional (Wing, 2006; Simarro & Couso, 2016; Couso, 2017). Años después de la “emergencia” del término STEM en el mundo educativo, su polisemia continúa siendo amplia. Desde nuestro punto de vista, la causa de que esté siendo tan difícil dotar de significado didáctico o pedagógico el término STEM es que en realidad no lo tiene. ¿Qué significa entonces?

### 1.1 STEM como objetivo político

En 1957, la URSS asombró al mundo al poner por primera vez un satélite en órbita, el Sputnik. Tras ese salto adelante en la carrera espacial, sólo un año después, el presidente de EEUU Dwight D. Eisenhower promulgó la National Defense Education Act. Esa ley daba un gigantesco impulso a la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), desde primaria a la Universidad, con el objetivo de aumentar la potencia científica e ingeniera del país y competir con la URSS. Once años después, Neil Armstrong descendía del Apolo XI y plantaba la bandera de EEUU en la Luna, un hito del que celebramos hoy el 50 aniversario.

Volvamos a nuestro siglo. En 2006, el informe Rocard (2006) avisó de que no hay suficientes vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado para hacer frente a los retos europeos económicos y de desarrollo industrial, en un momento de gran competitividad internacional. Y el problema se acrecienta en relación al género y el origen socio-económico: las alumnas y el alumnado de origen socio-económico humilde accede en muy baja proporción a las vocaciones científico-tecnológicas. Este segundo aspecto está teniendo ya en el presente efectos muy negativos en la equidad y en la amplitud del espectro tecnológico (p.e.: la falta de mujeres ingenieras es un sesgo que reduce enormemente la diversidad de perspectivas y la capacidad de la ingeniería de ofrecer respuestas distintas y amplias a problemas nuevos). Además, el desarrollo tecnológico está encontrando también barreras en su transferencia al mundo industrial: innovaciones de gran potencial que han supuesto grandes inversiones (transgénicos, nanotecnología) encuentran y pueden seguir encontrando dificultades en su transferencia industrial debido a la oposición de la población (algunas veces debida al desconocimiento o la tecnofobia). Llegados a este punto podemos asumir que STEM no es una metodología, sino que fue entonces, y vuelve a ser hoy, un conjunto de objetivos políticos, que podemos sintetizar como:

- Vocaciones y competencia profesional: Promover las vocaciones científico-tecnológicas y su capacidad para afrontar nuevos retos.
- Inclusión: Corregir el sesgo de género y socioeconómico en el acceso a estas vocaciones.
- Ciudadanía: Formar a una ciudadanía competente para participar en la definición de la agenda de innovación e investigación.

En su transferencia al mundo educativo, se han etiquetado como STEM distintos enfoques metodológicos, herramientas tecnológicas y perspectivas educativas precedentes o de nuevo cuño que podían “sumar” a la consecución de estos objetivos (Domènech-Casal, Lope & Mora, 2019; Domènech-Casal, 2019a). Así, el trabajo integrado o el Pensamiento computacional han entrado en la órbita STEM como vía para la competencia profesional, y el arte o la perspectiva de género como vía para atraer alumnas a las áreas STEM (Couso, 2017). Si bien esto ha generado la confusión de que estas y otras opciones tenían intrínsecamente un valor o identidad metodológica STEM, lo cierto es que la tienen en la medida en que sirven a la consecución de los objetivos políticos STEM. Lo honesto y lo práctico, más que intentar dotar a STEM de un significado didáctico o metodológico per se, sería considerar STEM todo lo que pueda sumar a la consecución de esos objetivos políticos.

## **1.2 STEM, Ciudadanía y Educación**

El segundo significado de “emergencia”, el de urgencia o apremio, podemos vincularlo al objetivo STEM de Ciudadanía. Nos encontramos ante un cambio de modelo de lo que significa la ciudadanía, en el que el ciudadano no ejerce sólo en su faceta de consumidor y votante particular. También como miembro activo y en comunidad, sin considerar necesariamente la mediación de los estados o poderes políticos convencionales (Turner, 1999). Una nueva ciudadanía que aspira a participar de forma directa en la agenda de innovación e investigación: “¿Debemos investigar sobre transgénicos, o sobre agricultura ecológica?” “Deben los centros públicos dar voz a propuestas para o pseudocientíficas?” “¿Está lista la nanotecnología para la medicina?”. Además de tomar decisiones participadas por la ciencia, identificando e instrumentalizando los modelos científicos en contextos cotidianos, esta nueva ciudadanía debe ser capaz de actuar como integrante de una comunidad para llevar a cabo sus decisiones, de forma independiente, o incluso opuesta, a agendas o planes de los Estados o poderes económicos. Esta “ciudadanía expandida” conlleva también una versión ampliada de la componente científica de la competencia ciudadana (Scitizenship), y que podríamos resumir en tres instancias: Comprender, Decidir y Actuar (Elam & Bertilsson, 2003; Lemke, 2006; Domènech-Casal, 2018a). Pero lo cierto es que distintos indicadores (entre ellos el auge de las Pseudociencias) alertan que hay todavía deberes por hacer. Lo que Carl Sagan (1995) advertía como: “vivimos en una sociedad dependiente de las ciencias y la tecnología, en la que prácticamente nadie sabe nada sobre la ciencia o la tecnología”. Ante este cambio veloz, sería un error considerar que la formación ciudadana en ámbitos STEM es sólo algo que surge de intereses económicos estratégicos. Es también algo que urge como herramienta de emancipación ciudadana. Y esto ha disparado otros programas internacionales paralelos y sinérgicos a STEM, como los que promueven la Ciencia ciudadana y la Innovación e Investigación Responsable (Serrano et al., 2014; Alcaraz-Domínguez et al., 2015, Comisión Europea, 2015).

Como hemos dicho, la emergencia STEM se atiende en muy diversas formas. Aunque está extendiéndose la idea que para enseñar bien ciencias hay que hacerlo como STEM, visto el significado de STEM, parece más razonable la inversa. Para desarrollar realmente STEM es necesario enseñar bien ciencias, en lo que la didáctica de las ciencias ofrece enfoques metodológicos de interés. A continuación, describimos las aportaciones STEM de algunos de esos enfoques junto con ejemplos que hemos aplicado en las aulas y discutimos algunos retos de ese despliegue.

## **2. Oportunidades de la didáctica de las ciencias para el despliegue STEM**

### **2.1 La Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación**

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) propone que el alumnado aprenda ciencias emulando el proceso investigativo que sigue la ciencia para crear conocimiento: formular una pregunta investigable, diseñar experimentos y/o recoger y analizar datos, sacar conclusiones de datos, formular una explicación. Según el modo de su aplicación o la estructura de las actividades, esto puede perseguir

el aprendizaje de (Hodson, 1994; Windschitl, Thompson & Braaten 2008; Couso, 2014): 1) Los conceptos y modelos científicos; 2) Las Inquiry skills, o habilidades de razonamiento científico; 3) El modo en que la Ciencia crea conocimiento, o Naturaleza de la Ciencia. Suelen ser actividades desarrolladas en el laboratorio, aunque también pueden realizarse con simuladores y otros materiales TIC (Domènech-Casal, 2014; López et al., 2017), y tienen distintos grados de apertura según la participación del alumnado en la toma de decisiones.

En la actividad "Mystery boxes" (Domènech-Casal, 2013) se emula la actividad de indagación de los científicos. El alumnado recibe varias cajas cerradas y opacas y debe descubrir qué hay dentro de ellas, sin abrirlas. Esto se hace recogiendo datos (sopesando y agitando las cajas, escuchando y comparado sonidos...) y discutiendo y argumentando con los compañeros qué modelo puede consensuarse sobre el contenido de cada uno de las cajas y con qué grado de certidumbre.

Materiales de la actividad: <https://bit.ly/2KvBUMb>

*Tabla 1: Aportaciones de la metodología a los objetivos STEM*

| Objetivo STEM | Aportaciones de la metodología  |
|---------------|---|
| Vocaciones    | El diseño de experimentos requiere un pensamiento hipotético y una secuenciación y anticipación vinculadas al Pensamiento Computacional, además de aspectos de creatividad (tanto en lo que refiere a la construcción de hipótesis como al diseño experimental en sí). Las opciones tecnológicas de trabajo con sensores son también una vía de ganar en interactividad y sumar a la demostrada capacidad de esta metodología de empoderar al alumnado para la Ciencia y generar interés. |
| Ciudadanía    | Apropiación de los valores de la ciencia y el conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia (cómo funciona la Ciencia, qué fiabilidad tiene, cómo se construye en comunidad).   |

## 2.2 Controversias socio-científicas

Las Controversias Socio-Científicas son dilemas de respuesta abierta participados por la ciencia, pero también por aspectos éticos y políticos (Kolsto 2001, Sadler 2009, España y Prieto, 2010). Pueden ubicarse en distintos ámbitos (sostenibilidad, bioética, salud, seguridad, desarrollo tecnológico...) y adquirir distinta magnitud, personal ("¿Qué coche me compro?") o social ("¿Debería prohibirse el diésel?") (Díaz & Jiménez-Liso, 2012) y se orientan a la toma de decisiones en las que suelen participar valores personales, haciendo emerger concepciones alternativas y permitiendo un aprendizaje más profundo de los conceptos científicos.

En la actividad de "Dilema sobre cultivos transgénicos" (Domènech-Casal, 2013) se propone al alumnado la discusión entre dos personajes sobre si aceptar o no el cultivo de transgénicos en un campo cercano al municipio. En la discusión participan de forma explícita o implícita distintos intereses (beneficios económicos, uso médico de la planta transgénica, explotaciones ecológicas) y conocimientos científicos (qué son y cómo funcionan los transgénicos, datos sobre su impacto ecológico y seguridad alimentaria), y el alumnado debe posicionarse en un ensayo final, explicitando sus motivos y sus valores (respeto al medio ambiente, promoción de la salud, tecnofobia o tecnofilia...). En el proceso de la actividad, los distintos elementos (de carácter científico o social) se categorizan para identificar su aportación a la resolución del dilema.

Materiales de la actividad <https://wp.me/p25seH-BU>

Un formato organizativamente más ambicioso es la **Innovación e Investigación Responsable**, en la que se promueve que el debate y decisiones del alumnado participe en la construcción de la agenda de

investigación o innovación de instituciones o empresas colaboradoras (Alcaraz-Domínguez et al, 2015).

*Tabla 2: Aportaciones de la metodología a los objetivos STEM*

| <b>Objetivo STEM</b> | <b>Aportaciones de la metodología</b>   |
|----------------------|---|
| Vocaciones           | Promueve la conexión de aspectos científicos y tecnológicos a temáticas relevantes para el alumnado, y muestra el papel crucial de la ciencia y la tecnología en aspectos de la vida del día a día, con escenarios del mundo profesional.   |
| Ciudadanía           | Desarrollo de las capacidades de análisis crítico, uso de pruebas y consideraciones éticas y argumentación en contextos participados por la Ciencia. Desarrollo de distintos aspectos de educación democrática (cada uno tiene distintos valores, puede llegarse a soluciones consenso o compromiso ,... ) y conocimiento de las palancas de acción sobre el sistema. |

### 2.3 Trabajo con Pseudociencias y Tecnofobias.

Además de Controversias Socio-Científicas, la ciencia participa (y está formada por) Controversias Científicas, es decir ideas o puntos en los que la comunidad científica no ha llegado todavía a un acuerdo (por falta de pruebas o divergencias en la interpretación de estas). Por ejemplo, la naturaleza de la materia oscura o el origen evolutivo de algunas especies es hoy objeto de controversia científica. Este hecho, que forma parte de la Naturaleza de la Ciencia es explotado a menudo desde ámbitos pseudocientíficos, presentando como ciertas cosas que la comunidad científica considera controvertidas o falsas. Lo son por ejemplo los Chemtrails (la convicción de que las estelas de los aviones son fumigaciones con oscuros propósitos de control mental), la Homeopatía o los mensajes tecnofóbicos sobre los efectos de las ondas Wi-Fi. Distinguir Ciencia de Pseudociencia es un objetivo clave de la educación científica que implica conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia y habilidades de Lectura y pensamiento Crítico (Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2010, Osborne, 2014, García-Molina, 2015, Domènech-Casal, en edición; Sardà, Màrquez & Sanmartí, 2006).

En la actividad Vacunas y salud se propone al alumnado la lectura de una conversación (hilo) de Twitter en el que se argumenta desde distintas posturas sobre la eficacia y seguridad de las vacunas. A lo largo de distintas etapas, el alumnado analiza modelos científicos sobre inmunidad y toxicidad, saca conclusiones de datos de distintas fuentes y valida fuentes y testimonios como fiables o no fiables. Como producto final, el alumnado debe escribir un ensayo argumentando su posición y su grado de certidumbre.

Enlace a los materiales de la actividad: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/vacunes>

*Tabla 3: Aportaciones de la metodología a los objetivos STEM*

| <b>Objetivo STEM</b> | <b>Aportaciones de la metodología</b>   |
|----------------------|---|
| Vocaciones           | Promover una idea de la Ciencia y la Tecnología como vía de emancipación social y la Ciencia como un progreso gradual incompleto en el que se puede participar.   |
| Ciudadanía           | Adopción de una actitud crítica ante propuestas no contrastadas científicamente. Conocimiento de las fuentes y métodos para contrastar afirmaciones y capacidades de análisis de riesgos. Desarrollar una consciencia de la propia posición epistémica (desde qué valores y qué certezas me posiciono). |

## 2.4 Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología de enseñanza propuesta inicialmente por Kilpatrick (1918) y tiene como aspecto fundamental la necesidad de un propósito compartido con el aprendiz para que se produzca un aprendizaje. Kilpatrick (1918) propone 4 tipos fundamentales de ABP, según el propósito que los anima: Elaborar un producto, Resolver un problema, Disfrutar de una experiencia estética y Obtener un conocimiento, aunque las formulaciones actuales suelen centrarse en los tres primeros (Sanmartí & Márquez, 2017; Larmer, Mergendoller & Boss, 2015). El ABP se fundamenta pedagógicamente en la idea constructivista según la cual los aprendizajes son más profundos y transferibles cuando se realizan de manera instrumental en su transferencia a la resolución de un conflicto contextualizado (Domènech-Casal 2017b & 2019b). Un ejemplo de los proyectos del tipo "Resolver un Problema" son los Estudios de Caso (Wasserman, 1999; Cliff & Nesbitt-Curtin, 2000), situaciones en las que se propone al alumnado un escenario (biomédico, criminalístico, paisajístico...) y se le acompaña en su diagnóstico y resolución ("¿Qué ha sucedido?" "¿Cómo resolverlo?"). A lo largo de la actividad se aportan contenidos científicos vinculados, pruebas y enseñanza específica de habilidades de análisis y razonamiento propias de las ciencias, para su aprendizaje en la instrumentalización.

En la actividad Risk Zone (Domènech-Casal, 2019c) se propone al alumnado, distribuido por equipos, la determinación de los riesgos geológicos y medidas de prevención adecuadas para distintas geolocalizaciones. A lo largo de la actividad el alumnado recibe contenidos sobre dinámica de tectónica de placas, tipos de riesgos geológicos, medidas para cada riesgo, que son aprendidos en su transferencia a la resolución del problema y su argumentación en una presentación final.

Materiales de la actividad: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/riskzone>

*Tabla 4: Aportaciones de la metodología a los objetivos STEM*

| Objetivo STEM | Aportaciones de la metodología   |
|---------------|--|
| Vocaciones    | Visualización de la aportación de la ciencia a la resolución de problemáticas y las complejidades de esa aportación. Desarrollo de habilidades de creatividad, pensamiento computacional y trabajo en equipo. Conexión con campos profesionales (médicos, ingenieriles, informáticos, etc.) que no se dedican a "construir conocimiento", sino a usarlo científicamente en la resolución de problemas concretos. |
| Ciudadanía    | Asumir el papel que expertos y científicos (y sus conocimientos y destrezas específicos) juegan en la propuesta de resolución de problemas.  |

## 2.5 Ciencia, Tecnología y Sociedad. Educación ambiental y para la sostenibilidad.

En la didáctica de las ciencias, la perspectiva CTS propone no sólo preparar a la ciudadanía para afrontar los retos de este triple encuentro, sino también promover unos valores de sostenibilidad y justicia (Acevedo-Díaz, Vázquez & Manassero 2003; Aikenhead 2006). Este enfoque se ha concretado en distintas propuestas, como la Educación Ambiental o la Educación para el Desarrollo y la Paz (Gil & Vilches, 2001; Mesa, 2000). En ellas se defiende la necesidad de una visión que prime la Sostenibilidad en sentido amplio, incluyendo aspectos conservacionistas sobre la naturaleza, pero también sus ramificaciones sobre justicia social o global (por ejemplo, el consumismo del mercado tecnológico del móvil alimenta un modelo esclavista de explotación del coltán, mineral necesario para su fabricación, y se fundamenta en la obsolescencia programada, la relación injusta entre primer mundo y tercer mundo y la mala gestión de los residuos). Su abordaje suele implicar el tratamiento explícito de valores, en contextos cercanos de impacto global.

En la actividad Dieta saludable, justa i sostenible (Domènech-Casal, 2018b) el alumnado debe elegir distintos alimentos para elaborar la dieta de cuatro avatares. Cada avatar está sujeto a distintos requerimientos alimentarios y nivel económico y cada alimento a distintos precios, propiedades nutritivas e impactos ecológicos. Los alumnos acaban descubriendo que conseguir una dieta sana y sostenible sólo es posible redistribuyendo los recursos económicos entre avatares. La actividad ubica la nutrición en un contexto más global, si bien desarrolla poco los aspectos relacionados con el metabolismo (el por qué unos alimentos aportan más energía que otros).

Materiales de la actividad: <https://sites.google.com/site/projectantcn3/dieta-equilibrada-justa-i-sostenible>

Un formato habitual que adoptan estas actividades es el de Ciencia ciudadana, en las que el alumnado participa como investigador científico a modo de indagación en un proyecto de investigación real vinculado a problemáticas de relevancia para la ciudadanía (expansión del mosquito-tigre, contaminación marina por plásticos...) (Bonney et al, 2009; Serrano et al., 2014).

*Tabla 5: Aportaciones de la metodología a los objetivos STEM*

| <b>Objetivo STEM</b> | <b>Aportaciones de la metodología</b>  |
|----------------------|--|
| Vocaciones           | Formar profesionales de la ciencia y la tecnología más capaces de anticipar consecuencias e incorporar valores éticos en su actividad profesional. |
| Inclusión            | Identificar estereotipos vinculados a injusticias o discriminaciones sociales y asumir la necesidad de su transformación.                          |
| Ciudadanía           | Percibir la dimensión global de las problemáticas locales y las componentes de injusticia que suelen llevar asociadas.                             |

### **3 Algunos retos y complejidades didácticas y pedagógicas del despliegue STEM para la enseñanza de las ciencias**

#### **3.1 La interdisciplinariedad y la problematización**

La Interdisciplinariedad que se asocia a menudo con STEM debe ir más allá de "trabajar contenidos de forma conjunta": éstos deben jugar un papel en un contexto problematizado (Domènech-Casal, en edición, b). Por poner un ejemplo: aunque en una actividad de ciencias los alumnos "calculen" el número de mitosis celulares en una imagen de tejido tumoral, eso no desarrolla ninguna idea clave de las matemáticas. Incluso, puede que la actividad esté usando la Biología simplemente como contexto, sin tratar el por qué las células entran en mitosis o qué relación tiene eso con el cáncer. Es necesario modificar la actividad de algún modo (incluir estimaciones, proporciones, definición de estrategias matemáticas, escenarios de diagnóstico médico relevantes que usen conceptos clave como "metástasis") para que podamos considerar que trabaja realmente contenidos de esas materias.

Además, más allá de los contenidos, es complejo que las actividades interdisciplinares desarrollen la "mirada epistémica" de cada área al mismo tiempo (Couso, 2017). En un ejemplo simple y algo caricaturesco, si una matemática, una geóloga y una tecnóloga encuentran un sismógrafo que dibuja ondas, la matemática se preguntará sobre qué función/ley puede explicar o asociarse a esas ondas ("¿Cómo funciona el sistema?"), la científica sobre la causa última de esa función/ley ("¿Por qué funciona el sistema?"), y la tecnóloga sobre los límites de detección ("...¿Por qué NO funciona el sistema?"). Aunque todas las miradas sean necesarias para entender el sismógrafo, es difícil idear acciones en las que participen las distintas miradas contemporáneamente. Por eso la mayoría de los proyectos donde

se aprenden ciencias suelen estar orientados a resolver un problema sólo desde las ciencias, más que a “construir artefactos” desde distintas disciplinas. De hecho, en una experiencia reciente se evaluaron 87 proyectos ABP STEM en busca de perfiles de proyectos y aquéllos con mayor interdisciplinariedad eran los que menos desarrollaban los contenidos de las áreas implicadas (Domènech-Casal, Lope y Mora, 2019). Eso se manifiesta también en el desarrollo de las Soft skills: la creatividad, el trabajo en equipo, el análisis crítico o el pensamiento computacional no pueden desarrollarse en un territorio adisciplinar, sino que su despliegue debe realizarse sobre contenidos y formas didácticas propias de cada área, que en Ciencias pueden ser el diseño de experimentos o la crítica epistémica.

Eso no significa que la interdisciplinariedad esté reñida con el desarrollo profundo de contenidos o miradas epistémicas de las áreas implicadas. Es posible idear actividades en las que en distintos momentos se transite de forma secuencial de una mirada epistémica a otra (definir matemáticamente una ley en primer lugar para después interpellarla con hipótesis o modelos científicos y diseñar experimentos para testarla). Por otro lado, no tiene sentido que el término STEM sirva para limitar la interdisciplinariedad sólo a unas áreas concretas, excluyendo por ejemplo la Lengua o las Sociales cuando puedan ser oportunas.

Aunque la intervención en contextos reales problematizados es lo deseable como vía para enseñar al alumnado no sólo a comprender y decidir desde la Ciencia y la Tecnología, sino también a actuar (Ciencia Ciudadana, RRI...), es algo complejo. Una vez hemos decidido que no es lícito que se venda homeopatía en farmacias, ¿Llegamos a actuar provocando algún cambio? ¿Sabemos después de la actividad los alumnos cómo interactuar con las instituciones o paralelamente a ellas? Enseñar a actuar es algo costoso a nivel organizativo, probablemente por la falta de canales de participación ciudadana y políticas de gobernanza y transparencia (Domènech-Casal, 2018a).

### **3.2 Las fórmulas y perspectivas para la inclusión de género**

El encuentro con la práctica muestra dos formas muy distintas de abordar el estereotipo de que la Ciencia y la Tecnología “no son para chicas”. Por un lado, el intento de proponer una Ciencia y una Tecnología con unas temáticas y enfoques más atractivos para ellas, como la Sostenibilidad y la Medicina (consolidando el estereotipo de que a ellas les deben interpellar cosas distintas que a ellos). Por el otro, intentar romper el estereotipo de base en que se asienta esa distinción (¿Por qué no pueden las alumnas encontrar interesante diseñar un Fórmula 1?). Y esas dos opciones tienen valores distintos desde una perspectiva educadora. Es necesario recolectar y difundir buenas prácticas (que superen la elaboración de biografías de científicas célebres) pero más allá de eso, también una reflexión sobre en qué momentos profesorado y familias estamos promoviendo activamente (aunque inconscientemente) los estereotipos que alejan a nuestras alumnas de los ámbitos STEM o las convencen de que no son buenas en eso. Iniciar procesos de reflexión amplios sobre la discriminación de género que abarquen la gestión del aula, el acompañamiento del alumnado, los recreos, la comunicación con las familias, y los cambios en las propias perspectivas del profesorado. ¿Cuántos minutos hablan las profesoras y cuántos los profesores en las reuniones? ¿Quién interrumpe a quién? ¿Cómo felicitamos al alumnado? ¿Son ellos “ingeniosos” y ellas “aplicadas”? ¿Qué roles reforzamos en nuestras actividades de ciencias?

### **3.3 La inclusión socio-económica, los recursos y el talento**

El hecho que las carreras profesionales científico-tecnológicas sean más meritocráticas (el éxito profesional de un candidato/a depende menos del origen socio-económico para ser ingeniero/a que para ser abogado/a) anima a utilizar la “vía STEM” como ascensor social del alumnado de origen socio-económico humilde. Sin embargo, esto encuentra varios obstáculos. Por un lado, algunas concreciones STEM dependen de aparataje caro y disponible sólo para unos pocos. Los infradotados escenarios de innovación educativa STEM en educación pública obligatoria (en los que el profesorado frecuentemente aporta su propio ordenador personal como herramienta de trabajo) están lejos de corregir estas deficiencias. La sobre-representación de centros educativos privados con alumnado mayoritariamente

de alto poder adquisitivo en las ferias STEM escolares indica que no vamos en buen camino en este sentido. Por otro lado, las iniciativas escolares STEM usan en ocasiones una definición muy académica y algo elitista (la mayoría de las veces vinculada a carreras universitarias y no a estudios de formación profesional) de lo que significa talento, que suele dejar fuera a una parte importante del alumnado de origen socio-económico humilde.

Mientras la administración no resuelva la necesaria redistribución de recursos, la opción más responsable es tomar desde la enseñanza de las ciencias un compromiso con el uso de software libre y Apps abiertas, laboratorios virtuales libres y limitar en ferias educativas STEM las propuestas a aquellas de bajo presupuesto y de código abierto. Por dos razones: porque no hacerlo es contradictorio con uno de los objetivos STEM (la inclusión), y porque este enfoque encarna mejor el espíritu de la Ciencia: el de una comunidad abierta que genera un conocimiento que no es de propiedad, sino patrimonio de la Humanidad.

### **3.4 El encaje entre los objetivos STEM y los objetivos de la Educación**

Los tres objetivos STEM tienen distintos grados de encaje en el mundo educativo, y lo razonable es que como docentes nos sintamos más interpelados por unos que por otros. Parece que los dos últimos objetivos (ciudadanía e inclusión) se superponen en gran parte con objetivos esenciales del mundo educativo, mientras que el primero (vocaciones) acusa más su origen industrial y económico y tiene aspecto de encargo sobrevenido.

La necesidad de generar más vocaciones STEM es un objetivo político estratégico, pero poco defendible como prioritario como misión social de la escuela. Aunque todos podamos intuir el beneficio social de tener más científicos o tecnólogas andando por las calles y votando, es difícil defender que para la sociedad esto sea esencialmente más importante que tener más filósofos, abogadas o artistas (con permiso de Carl Sagan). Como docentes, lo que quizás debemos perseguir en STEM es que esos filósofos, abogadas o artistas tengan la competencia científica necesaria no sólo para sus profesiones (para dictar sentencia en un caso de contaminación ambiental, por ejemplo), sino también para su vida como ciudadanos/as. Igualmente, conseguir que las alumnas sean ingenieras es sólo una parte de la misión educativa de la escuela, que debe también perseguir que los alumnos sean maestros de infantil. Quizás el objetivo STEM de promover vocaciones tenga palancas de actuación más potentes en el propio mundo industrial y empresarial del que emerge (como becas en estudios tecnológicos para alumnado en situación socio-económica desfavorecida, normativas pro-equidad de género y derechos laborales en empresas y organismos públicos vinculados con la ciencia y la tecnología, o protocolos de género en la comunicación pública). De hecho, insistir en promover vocaciones desde la escuela sin consolidar unos espacios profesionales dignos puede resultar en último término en una precarización del espacio profesional de la Ciencia y la Tecnología, una situación que ya vive actualmente la investigación básica universitaria en Ciencias.

Quizás el ámbito de la Ciudadanía es el que genera más sinergias, en particular las Pseudociencias o la Tecnofobia. Conseguir, desde la didáctica de las ciencias, que el alumnado conozca las vías de dar certidumbre a cuestiones científicas es uno de los ejes de trabajo STEM que hemos propuesto. El mundo educativo encuentra en ello una vía de emancipación y formación para la ciudadanía, y el mundo industrial una vía para que el control social del mundo industrial sea más riguroso y menos aleatorio. Esto repercute en la calidad y solidez del mismo tejido industrial, ya que facilita que los espacios de transferencia se definan de forma más transparente, más sólida y menos volátil.

Con relación a los programas educativos de Innovación educativa STEM es necesario comunicar al profesorado de forma transparente los objetivos políticos STEM como tales (y no como pretendidas estrategias metodológicas) para que se asocie libremente con ellos. Como ejemplo, una anécdota: algunos países europeos, en concursos de obra pública, en lugar de determinar en el pliego las soluciones (paneles anti-ruido con tamaño determinado), especifican el problema que quieren resolver

(evitar que llegue más de un número determinado de decibelios a unas viviendas cerca de una autopista). Es cierto que los paneles son una solución. Pero no la única, y quizás no la mejor en todos los casos. Y el simple hecho de no pre-determinar la solución permite a las empresas que concursan encontrar un aliciente para innovar. Del mismo modo, si en lugar de proponer STEM como una metodología de trabajo integrado, comunicamos los objetivos STEM, eso permite que sea el profesorado el que aporte su creatividad. Algo mucho más productivo desde el punto de vista de la innovación y el liderazgo distribuido. Además, generará estrategias más específicas y ajustadas al entorno y dirigidas de forma más clara a los objetivos.

### **3.5 Los valores en STEM**

El mundo educativo debe ofrecer su propia perspectiva sobre los valores asociados a STEM. Por un lado, porque algunas lecturas de STEM –por el marco de competencia industrial en que se ubica su génesis– ofrecen valores (por ejemplo, la competitividad) opuestos a los propios de la educación, o incluso de las áreas Científico-Tecnológicas. De hecho, los valores de la Ciencia y la Tecnología como ámbitos no son los de la competencia. La Ciencia es un derecho humano (UNESCO) y una comunidad internacional abierta de creación colaborativa de conocimiento, algo que puede trabajarse desde la Indagación y la Ciencia, Tecnología y Sociedad. Por decirlo de algún modo, estos valores se reflejan más en la Estación Espacial Internacional (ISS) que en el Apolo XI. Igualmente, las Bases de Datos Abiertas de la NASA o la ESA, el Copy-Left o las culturas Hacker o Maker (Bordignon, Iglesias & Hahn, 2016) encarnan mejor los valores propios de la Ciencia y la Tecnología como ámbitos de conocimiento que las patentes o el uso de la tecnología propietaria.

Por otro lado, además de los valores propios de las áreas, el desarrollo STEM implica también el despliegue de la Ciencia y la Tecnología como solución a problemáticas, muchas veces participadas por valores de otros ámbitos (social, personal). Por eso hemos propuesto vías metodológicas que expliciten y traten esos valores, como el ABP o las Controversias. Y esto requiere de una definición propia de Competencia Científico-Tecnológica que, más allá del pensamiento computacional, la creatividad y el trabajo en equipo, incluya la consideración de valores y marcos éticos en la toma de decisiones (Couso, 2017), como la Sostenibilidad o la Solidaridad: tener mejores ingenieros significa también tener ingenieros más éticos. Una perspectiva que han adoptado y están desplegando con éxito varios programas institucionales como STEAMCat en Cataluña y grupos de trabajo interdisciplinares de profesorado como EduGlobalSTEM.

Igualmente, en el ámbito de valores, consideramos importante que el despliegue STEM además de la Tecnofobia (la creencia de que toda tecnología es un peligro) sea consciente de los riesgos de la Tecnofilia (la creencia de que todo puede y debe resolverse mediante tecnología). Los casos de implantación apedagógica de las TIC en la educación son un ejemplo cercano en nuestro propio ámbito.

## **4 Conclusiones**

La emergencia STEM –como ya hizo en su momento la emergencia TIC– está actuando como un potente galvanizador de impulsos docentes, y en poco tiempo ha conseguido crear una comunidad profesional autopropulsada y comprometida con el cambio educativo, que se entrelaza de forma muy positiva con referencias de la pedagogía clásica (como la enseñanza activa, o el construccionismo) y nuevas tecnologías educativas (robótica, sensores, etc). En este artículo hemos querido mostrar de qué modo la iniciativa STEM se entrelaza también con la competencia científica (Domènech-Casal, 2018c), y la didáctica de las ciencias y cómo esos tres ámbitos (los objetivos STEM, la enseñanza y didáctica de las ciencias y la misión educativa de la escuela) comparten coyunturalmente objetivos, metodologías y destinatarios, si bien su solapamiento incompleto requiere consideraciones. La iniciativa financiera, industrial, tecnológica y educativa de despliegue de STEM debe tener en el mundo educativo una

identidad propia. Una identidad que entronca con una cultura STEM de origen emancipador y con profundas raíces pedagógicas como lo fue la programación LOGO (Papert & Haret, 1985). Una identidad consciente de que una ciudadanía y una sociedad libre lo serán sólo si son competentes en ciencia y tecnología. Una identidad a la que –como hemos descrito– la didáctica de las ciencias puede realizar grandes aportaciones.

## Referencias bibliográficas

Acevedo-Díaz J.A., Vázquez A. & Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.

Alcaraz-Domínguez S., Barajas M., Malagrida R. & Pérez F. (2015). Els projectes Europeus Engaging Science, Xplore Health, RRI Tools i Scientix: Finestres a la formació i la participació en comunitats docents per al treball amb Controvèrsies i Recerca i Innovació Responsables. *Revista Ciències*, 30, 47-54.

Aikenhead G.S. (2006). *Science Education for Everyday Life. Evidence-Based Practice*. New York: Teachers College Press.

Akerson V.L., Burgess A., Gerber A. & Guo M. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8.

Bonney R., Cooper C. B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T., Rosenberg K.V. & Shirk J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.

Bordignon F.R.A., Iglesias A.A. & Hahn A. (2016). Prácticas maker en la Escuela Secundaria. *Comunicación y pedagogía*, 291-292, 72-79

Bybee R.W. (2010). What is STEM Education? *Science*, 329(5995), 996.

Cliff, W. H. & Nesbitt-Curtin, L. (2000). The directed case method. *Journal of College Science Teaching*, 30(1), 64-66.

Comisión Europea (2015). *Science Education for responsible Citizenship*. Publications Office of the European Union. Doi: 10.2777/12626.

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. (2017). Perquè estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències*, 34, 21-29.

Díaz N. & Jiménez-Liso M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.

Domènech-Casal, J. (2013). Les Mystery Boxes: una activitat senzilla d'indagació a l'aula com a metàfora de la ciència. *Revista Ciències*, 24, 120-25.

Domènech-Casal, J. (2014). Indagación en el aula mediante actividades manipulativas y mediadas por ordenador. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 76, 17-27.

Domènech-Casal, J. (2017a). 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.

Domènech-Casal J. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de las Ciencias*, Septiembre 2017 (número extraordinario) 5177-5183.

Domènech-Casal J. (2018a). 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.

Domènech-Casal J. (2018b). Dieta, Justicia Global i Sostenibilitat. Transformant pràctiques cap a la Cultura del Desenvolupament i la Pau. *Revista Ciències*, 35, 9-12.

Domènech-Casal J. (2018c). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

Domènech-Casal J. (2019a). El marco STEM y la Ciudadanía competente. *II Congreso CTEM. Valencia*.

Domènech-Casal J. (2019a). *Aprenentatge Basat en Projectes, Treballs pràctics i Controvèrsies. 28 experiències i reflexions per a ensenyar Ciències*. Rosa Sensat: Barcelona.

Domènech-Casal J. (2019b). Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3201.

Domènech-Casal, J. (en edición, a). Escalas de certidumbre y balanzas de argumentos. Una experiencia de construcción de marcos epistemológicos para el trabajo con Pseudociencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, (en edición).

Domènech-Casal, J. (en edición, a). Contexto y Modelo en el aprendizaje basado en proyectos. Apuntes para la enseñanza de las ciencias. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* (en edición).

Domènech-Casal, J., Lope, S. & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203.

García-Molina, R. (2015). Pseudociencia en el mundo contemporáneo. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 81, 25-33.

España E. & Prieto T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.

Elam M. & Bertilsson M. (2003). Consuming, Engaging and Confronting Science. The emerging dimensions of Scientific Citizenship. *European Journal of Social Theory*, 6(2), 233-251.

Gil D. & Vilches A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la escuela*, 43, 27-37.

Henriksen D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Kilpatrick W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University.
- 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.
- Larmer J., Mergendoller J. & Boss S. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD, Alexandria.
- Lemke J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- López V., Couso D., Simarro C., Garrido A., Grimalt-Álvaro C., Hernández M.I. & Pintó R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias*, número Extraordinario 2017, 691-697.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review* 352, 53-62.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F.J. & Vilchez-González, J.M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mesa M. (2000). La educación para el desarrollo: entre la caridad y la ciudadanía global. *Papeles de Cuestiones Internacionales*, 70, 11-26.
- National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/18612.
- Papert, S. & Haret, I. (1985). *Constructionism*. Media Lab, Massachusetts Institute of Technology, Ablex Pub. Corp, Norwood, NJ.
- Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Heriksson H. & Hemmo V. (2007). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Commission. Disponible en línea: <[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)>.
- 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. & Márquez C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.
- Sagan, C. (1995) *El mundo y sus demonios*. Planeta, Barcelona.
- Sardà A., Márquez C. & Sanmartí N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 290-303.
- Serrano F., Holocher-Ertl T., Kieslinger B., Sanz F. & Silva C.G. (2014). *White Paper on Citizen Science for Europe*. Societize consortium. European Commission.

Simarro C. y Couso D. (2016). Análisis de una actividad tinkering en el marco de la educación STEM. *Comunicación y Pedagogía* 291-292, 65-7.

Turner B.S. (1999). *The sociology of citizenship*. London: Sage.

Vieira, M.R., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, E. (2010). Pensamiento crítico y literacia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 65, 96-104.

Wasserman, S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Amorroutu Editores: Buenos Aires.

Windschitl M., Thompson J. & Braaten M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

Wing J.M. (2006). *Computational Thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

## **Agradecimientos**

Reflexiones incluidas en este texto se enmarcan en la línea de innovación educativa promovida por el programa STEAMCat del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya y la investigación metodológica del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492) por AGAUR y financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P) del Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona. El autor quiere agradecer de forma especial las discusiones de ideas con Ana Albalat, Eva Mateo, Digna Couso, Angel Domingo y el equipo de Embajadores STEAMCat.

**Revista de Ciències de l'Educació**  
**Departament de Pedagogia**

